



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

COMPARACIÓN ANATÓMICA E HISTOQUÍMICA DE CORTEZA Y
MADERA DEL GUAYACÁN DE MERCADO DE USO MEDICINAL
CON *Guaiacum coulteri* (*Zigophyllaceae*) DE LA XILOTECA MEXU_w

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

LUCIA YOSCELINA CENTENO BETANZOS



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DR. GUILLERMO LAGUNA HERNÁNDEZ
M. EN C. CALIXTO LEÓN GÓMEZ

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno
Centeno
Betanzos
Lucia Yoscelina
56 59 11 44
Universidad Nacional Autonoma de Mexico
Facultad de Ciencias
Biologia
097199678
2. Datos del tutor
Dr
Guillermo
Laguna
Hernandez
3. Datos del codirector
M en C
Calixto
Leon
Gomez
4. Datos del sinodal 1
Dra
Alicia Enriqueta
Brechu
Franco
5. Datos del sinodal 2
M en C
Rosenda
Margarita
Ponce
Salazar
6. Datos del sinodal 3
M en C
Armando
Gomez
Campos
7. Datos del trabajo escrito
Comparacion anatomica e histoquimica de corteza y madera del Guayacan de mercado con *Guaiacum coulteri* (Zygophillaceae) de la Xiloteca MEXU_w
104 p
2007

Dedicatoria

A mis padres y hermana por todo su amor, confianza, apoyo y esfuerzo para ver cumplida una más de nuestras metas.

A mis abuelitas de quienes aun en su ausencia sigo aprendiendo con su recuerdo:

Glañira Uvalle por enseñarme el don de la paciencia, la virtud de la constancia y dedicación pero sobre todo la grandeza del cariño.

Simona Domínguez por demostrarme que las malas experiencias de la vida se superan con valentía, trabajo y optimismo.

A mi abuelo Manuel Centeno Trujillo porque con tanto gusto nos sigue compartiendo, la tranquilidad y belleza de su “Rancho Alegre”, la bondad de la naturaleza en sus cultivos, pero sobre todo, el valor del trabajo, la dedicación y la unidad familiar. Gracias por acercarnos a la naturaleza

A mi querida Bisabuelita, Eusebia Uvalle que a sus noventa y tantos años, me sigue enseñando con su ejemplo, que la vida se enfrenta con valor, fuerza y muchas ganas de vivirla.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por que en sus importantes y amplias instalaciones de ciudad universitaria, ésta máxima casa de estudios permitió mi formación totalmente integral. Por proporcionarme todas las herramientas necesarias y por hacer realidad el sueño de ser universitaria.

A la **Facultad de Ciencias** porque en sus aulas y laboratorios no sólo aprendí de biología a través de magníficos profesores, sino también conocí a personas que modificaron positivamente mi vida.

Al **Laboratorio de Estructura y fisiología de plantas** así como al **Laboratorio de Desarrollo en Plantas** por proporcionarme el material y la mayor parte del equipo necesarios para realizar esta tesis.

Al **Dr. Guillermo Laguna Hernández**, por asesorar, dirigir y revisar este trabajo haciendo posible que se llevara a cabo. Por la paciencia, disposición, apoyo y buen humor con que trabajamos en el proyecto.

Al **M. en C. Calixto León Gómez**, por su valiosa asesoría, dirección y revisión a este trabajo, sin el cual no se hubiera logrado. Por su enseñanza, paciencia, apoyo y sobre todo por su excelente amistad.

A la **Dra. Alicia Enriqueta Brechú Franco**, por las sugerencias que ayudaron a mejorar este trabajo. Por el apoyo, ánimo, amabilidad y disposición que en todo momento recibí.

A la **M. en C. Rosenda Margarita Ponce Salazar**, por las atinadas correcciones en la revisión de esta tesis. Y por las asesorías extraordinarias que con tanta amabilidad me proporcionó.

Al **M. en C. Armando Gómez Campos**, por las observaciones tan importantes que realizó en la revisión del proyecto. Por incentivar me en la investigación de plantas medicinales siempre con ética y a favor de las sociedades de quién tanto aprendemos.

A la **Dra. Reyna Osuna Fernández**, por todo el apoyo recibido con material de laboratorio, información, observaciones y opiniones de gran utilidad siempre con gran disposición y amabilidad.

A la **M. en C. Josefina Barajas Morales** del Instituto de Biología a cargo del Laboratorio de anatomía de la madera y Xiloteca MEXU_w, por el apoyo brindando en equipo y material botánico necesarios para la realización de este trabajo.

Al **Dr. Gustavo Montejano** del Laboratorio de Ficología por prestarnos tan amablemente su cámara digital que fue de gran utilidad para plasmar gran parte de las fotos presentadas en este trabajo.

Reconocimientos

A mi padre **José Luis Centeno Uvalle**, porque no lograría muchas metas sin su constante apoyo, cuidado, enseñanza y su eterno cariño. Por haberme educado siempre con ética, autocrítica, justicia e igualdad pero sobre todo buscando siempre el bienestar y la felicidad con valor. Por darme las herramientas necesarias para mi crecimiento y haberme enseñado el gusto por la naturaleza y la biología. Muchas gracias papá por demostrarme con tu ejemplo el poder de la responsabilidad y el optimismo.

A mi madre **Verónica Betanzos Domínguez** por haberme dado el cuidado y las primeras bases para enfrentarme a la vida. Por contar con su presencia y apoyo moral necesarios para lograr plenamente mis metas. Y por haberme enseñado con su valentía el poder de la palabra.

A mi hermana **Mayahuel Centeno Betanzos** por ser el principal testigo de todos mis logros y tropiezos. Por su constante cuidado, compañía, apoyo y orientación. Por ser mi ejemplo, compañera, amiga y confidente en esta vida juntas. Gracias por tu cariño.

A la Familia Centeno Rosales: Martha, Dianucha, Pao pao y el Tiki por estar conmigo en eventos importantes de mi vida. Por los buenos y malos momentos que tanto nos fortalecen. Por todo su apoyo y cariño.

A la Familia Centeno: Por que a pesar de las distancias y diferencias entre nosotros, siempre compartimos nuestras alegrías, triunfos y derrotas. Por la unidad, armonía y enseñanza que de niña recibí. A mis abuelitos por motivar la unidad familiar. A mis tíos por que cada uno con su experiencia nos siguen enseñando y a mis primos por que seguimos manteniendo la armonía esencial entre nosotros.

A la Familia Betanzos: A todos mis tíos y primos que aunque lejos, se encuentran pendientes de lo que nos sucede. En especial a mi tío Luis Guevara por compartir y procurar generosamente nuestro bienestar y a mi tío Mario por estar siempre pendiente de nosotros.

A mis amigos:

Alejandro Vite Posadas por toda su ayuda, consejos y observaciones brindadas para que este trabajo mejorara. Por su sincera e importante comprensión, apoyo, ánimo, optimismo, pero principalmente por su amistad y su cariño.

A Calixto León Gómez, a quién agradezco mucho no sólo la asesoría integral de este trabajo sino por brindarme con tanto gusto sus conocimientos. Por las extensas pláticas que tanto nos enseñaron y sirvieron para el crecimiento personal. Por transmitirme el gusto por la investigación y el conocimiento. Y sobretodo por su amistad y su afecto.

A Oscar Rodríguez Cruz por que desde el CCH compartimos buenos y malos momentos. Gracias por todo tu apoyo y amistad incondicional.

A mis amigos y compañeros de la carrera:

A Alejandro Vite, Patricia Frías y Eddy Martínez por su apoyo, cariño, compañía, enseñanza y porque con su ejemplo motivan mi crecimiento.

A Sandra, León, Balam, Constanza, Caro, Lizeth, Lau, Edith, Vero, Lorena, Joram, Dulce, Bianca entre muchos otros. Gracias a todos por su ayuda, apoyo pero sobre todo por su gran amistad.

A mis compañeros del laboratorio:

Sol, Viri, Oyuki, Moni, Alejandra, Fabi, Norma, Julián, Ela, Odeth, Kary, Sonia, Gris, Andrea, etc. Por insistir a que este trabajo se finalizara. Porque me brindaron sus consejos para mejorar este trabajo, su compañía, apoyo y sobre todo excelentes momentos.

A mis amigos del museo Universum:

A Mary por los excelentes momentos juntas, por las interminables "platicas", el buen humor, el apoyo y su amistad. A Ana por todo su apoyo y cariño. A los compañeros que estuvieron conmigo en la sala de Química, Universo y Ciencia recreativa, en especial a Ixchel, Jorge, Edgar, Bere, Ale, Laurita, Grisela, Lilia, Nata, Paco, etc. Porque en tan poco tiempo se convirtieron en compañeros especiales y por los inolvidables momentos que vivimos juntos.

Y a mis amigos y personas importantes de otros lugares:

A la Familia Trujillo Cruz, por ayudarme en varios aspectos. Por que siempre me animaron a seguir adelante y me dieron siempre todo su apoyo y amistad.

A Octavio, Víctor Trujillo y Jorge por brindarme su amistad y prestarme tan amablemente sus compus. A Basilio por impulsarme a lograr y mejorar mis metas. A Pedro Martínez, Víctor Pérez, Sergio y Miguel por todo su apoyo y amistad.

Y a todas las personas que a pesar de que no las mencione, saben que les brindo mi amistad y afecto sincero.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Importancia de las Plantas Medicinales.....	2
1.2 Los mercados públicos y su importancia.....	3
1.3 Caracterización de plantas medicinales.....	5
2. ANTECEDENTES	6
2.1 El interés actual en el uso de las plantas medicinales.....	6
a) El uso de las plantas medicinales en México.....	7
2.2 Estudios anteriores en los mercados.....	8
2.3 El guayacán que se vende en los mercados.....	11
2.4 La especie <i>Guaiacum coulteri</i>	12
2.5 Importancia de la anatomía vegetal.....	14
a) Anatomía de las maderas.....	15
b) Anatomía de las cortezas.....	15
2.6 Importancia de la histoquímica.....	17
3. OBJETIVOS	19
3.1 General.....	19
3.2 Particulares.....	19
4. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1 Búsqueda bibliográfica sobre el guayacán.....	20
4.2 Obtención del material de estudio.....	20
a) Guayacán de mercado.....	20
b) Obtención de <i>G. coulteri</i>	21
4.3 Procesamiento de las muestras del mercado.....	21
a) Ablandamiento de las maderas del mercado.....	21
b) Infiltración.....	22
c) Inclusión.....	22
d) Cortes histológicos.....	22
e) Procedimiento para las cortezas de mercado.....	22
4.4 Procesamiento para <i>G. coulteri</i>	23
a) Ablandamiento de la madera <i>G. coulteri</i>	23
b) Procedimiento para el estudio anatómico e histoquímico de la corteza de <i>G. coulteri</i>	23
c) Cortes histológicos.....	23
4.5 Proceso de tinción.....	24
a) Para anatomía descriptiva.....	24
b) Para la descripción histoquímica.....	24
4.6 Proceso de disociado de la madera.....	25
4.7 Descripción macroscópica y microscópica.....	25
4.8 Agrupación de las muestras para la descripción anatómica.....	26
a) Cortezas.....	26
b) Maderas.....	27
4.9 Resumen metodológico.....	29

5. RESULTADOS	31
5.1 Información bibliográfica sobre el guayacán.....	31
5.2 Información obtenida en los mercados sobre el guayacán.....	32
5.3 Descripción anatómica de las cortezas del guayacán de mercado.....	33
Grupo 1.....	33
Grupo 2.....	36
5.4 Descripción anatómica de la corteza de <i>Guaiacum coulteri</i>	39
5.5 Descripción anatómica de la madera del guayacán de mercado.....	43
Grupo 1.....	43
Grupo 2.....	46
Grupo 3.....	49
5.6 Descripción anatómica de la madera de <i>G. coulteri</i>	52
5.7 Descripción histoquímica de las cortezas del guayacán de mercado.....	57
Grupo 1.....	57
Grupo 2.....	60
5.8 Descripción histoquímica de la corteza de <i>G. coulteri</i>	62
5.9 Descripción histoquímica de las maderas de guayacán de mercado.....	65
Grupo 1.....	65
Grupo 2.....	67
Grupo 3.....	69
5.10 Descripción histoquímica de la madera de <i>G. coulteri</i>	71
6. DISCUSION	74
6.1 Información del guayacán encontrada en la bibliografía.....	74
6.2 Información del guayacán obtenida en los mercados.....	76
6.3 Comparación anatómica de las cortezas del guayacán de mercado y la corteza de <i>Guaiacum coulteri</i>	77
6.4 Comparación histoquímica de las cortezas del guayacán de mercado y la corteza de <i>G. coulteri</i>	78
6.5 Comparación anatómica de las maderas del guayacán de mercado y la madera de <i>G. coulteri</i>	80
6.6 Comparación histoquímica de las maderas del guayacán de mercado y la madera de <i>G. coulteri</i>	82
7. CONCLUSIONES	84
8. REFERENCIAS	86
8.1 Bibliografía citada.....	86
8.2 Páginas electrónicas.....	93
8.3 Bibliografía consultada.....	93
APÉNDICE	95
1. Información bibliográfica sobre el guayacán.....	95
2. Información sobre el guayacán obtenida en los mercados.....	102

Índice de Figuras

Fig. 1.1	<i>Guaiacum coulteri</i> y su distribución.....	13
Fig. 5.1	Corteza de mercado del Grupo 1.....	33
Fig. 5.2	Cortes de corteza del mercado del Grupo 1.....	35
Fig. 5.3	Corteza del mercado del Grupo 2.....	36
Fig. 5.4	Cortes de corteza del mercado del Grupo 2.....	38
Fig. 5.5	Corteza de <i>G. coulteri</i>	39
Fig. 5.6	Cortes de corteza de <i>G. coulteri</i>	41
Fig. 5.7	Madera del mercado del Grupo 1.....	43
Fig. 5.8	Cortes de madera de mercado del Grupo 1.....	45
Fig. 5.9	Madera del mercado del Grupo 2.....	46
Fig. 5.10	Cortes de madera del mercado del Grupo 2.....	48
Fig. 5.11	Madera del mercado del Grupo 3.....	49
Fig. 5.12	Cortes de madera del mercado del Grupo 3.....	51
Fig. 5.13	Madera de <i>G. coulteri</i>	52
Fig. 5.14	Cortes de madera de <i>G. coulteri</i>	54
Fig. 5.15	Tinciones de las cortezas del mercado del Grupo 1.....	59
Fig. 5.16	Tinciones de las cortezas del mercado del Grupo 2.....	61
Fig. 5.17	Tinciones de la corteza de <i>G. coulteri</i>	63
Fig. 5.18	Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 1.....	66
Fig. 5.19	Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 2.....	68
Fig. 5.20	Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 3.....	70
Fig. 5.21	Tinciones de la madera de <i>G. coulteri</i>	72

Índice de Cuadros

Cuadro 4.1 Características anatómicas iniciales para agrupar a las cortezas del mercado.....	26
Cuadro 4.2 Muestras del mercado que integraron los dos grupos de cortezas.....	27
Cuadro 4.3 Características anatómicas iniciales para agrupar a las maderas del mercado.....	27
Cuadro 4.4 Muestras del mercado que integraron los tres grupos de maderas.....	28
Cuadro 5.1 Especies citadas en la literatura, identificadas como guayacán.....	31
Cuadro 5.2 Resumen de las partes y usos medicinales de la bibliografía sobre <i>Guaiacum coulteri</i>	32
Cuadro 5.3 Comparación de características macroscópicas entre los grupos de cortezas de los mercados y <i>G. coulteri</i>	42
Cuadro 5.4 Comparación de características microscópicas comparativas entre los grupos de cortezas de los mercados y <i>G. coulteri</i>	42
Cuadro 5.5. Comparación de características macroscópicas entre los tres grupos de maderas del guayacán de los mercados y <i>G. coulteri</i>	55
Cuadro 5.6. Comparación de características macroscópicas entre los tres grupos de maderas del guayacán de los mercados y <i>G. coulteri</i>	55

Apéndice

Cuadro 1. Usos medicinales de las especies reportadas en la bibliografía como guayacán.....	95
Cuadro 2. Resumen de las partes y usos medicinales de <i>Guaiacum sanctum</i> reportados en la literatura	100
Cuadro 3. Resumen de las partes y usos medicinales de <i>Guaiacum officinale</i> reportados en la literatura.....	101
Cuadro 4. Resumen de las partes y usos medicinales de <i>Guaiacum palmeri</i> reportados en la literatura.....	101
Cuadro 5. Resumen de las partes y usos medicinales de <i>Sweetia panamensis</i> reportados en la literatura	101
Cuadro 6. Resumen de las partes y usos medicinales de las especies menos citadas en la literatura como guayacán.....	102
Cuadro 7. Información sobre el guayacán proporcionada por los comerciantes de los mercados.....	103
Cuadro 8. Partes de la planta que se venden en los locales de los mercados visitados al comprar guayacán.....	104

RESUMEN

El uso de las plantas medicinales es una alternativa de salud para la población mexicana. En los mercados de la Ciudad de México la madera y corteza del guayacán o guayacán amarillo son recomendadas popularmente para tratar principalmente problemas relacionados con la diabetes y se venden solas o en mezclas con otras plantas, lo que dificulta su identificación. En la literatura se da el nombre común de "guayacán" a varias especies pero es identificado principalmente como *Guaiacum coulteri* (Zygophyllaceae) quién presenta reportes de efectos hipoglucemiantes. Se caracterizaron y compararon las estructuras anatómica e histoquímica de las muestras de madera y corteza del "guayacán" de cinco mercados importantes de la Ciudad de México con muestras de *G. coulteri* que fueron proporcionadas por la Xiloteca del Instituto de Biología de la UNAM. Se hicieron cortes delgados para estudiar la estructura anatómica y otras se tiñeron con técnicas especiales para su descripción histoquímica. A partir de la anatomía estructural se distinguieron dos grupos diferentes de cortezas y tres grupos de maderas en las muestras obtenidas de los mercados. Ninguna muestra de guayacán del mercado correspondió con la estructura de *G. coulteri*. Por comparación con muestras histológicas de maderas de la colección de la Xiloteca del Instituto de Biología de la UNAM, dos de los grupos de maderas obtenidas en los mercados, presentaron una similitud estructural con especies del género *Lonchocarpus* y el otro grupo correspondió con la estructura anatómica del género *Citrus*. Los dos grupos de cortezas compartieron similitudes estructurales con dos de los grupos de maderas. En la comparación histoquímica, se encontró que la cantidad de parénquima con contenido lipídico y glucoproteico fue mayor en las muestras del guayacán de mercado que en *G. coulteri*. Todas las muestras analizadas presentaron una mayor reacción histoquímica en la corteza que en la madera. Con estos resultados se demostró la importancia de estudiar la estructura anatómica de las partes vegetales usadas como medicinal de difícil identificación y del uso de la histoquímica para evidenciar estructuras celulares que pueden servir para corroborar o apoyar los estudios fitoquímicos y farmacológicos. Es necesario investigar la identidad botánica exacta del guayacán que se vende en los mercados para efectuar el estudio farmacológico correspondiente. También es necesario seguir estudiando los recursos vegetales que se venden en los mercados para identificar las especies que se usan.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia de las Plantas Medicinales.

Actualmente el conocimiento y uso de las plantas medicinales sigue siendo una práctica vigente que el hombre ha seguido tradicionalmente desde su origen. La experiencia de tantos siglos ha mostrado el valor curativo que tienen numerosas plantas, permitiendo que de generación en generación la humanidad se beneficie de los recursos que la Naturaleza pone generosamente en sus manos.

Ramawat *et al.* (2004) menciona que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que quizá un 80% de la población mundial confían en las medicinas tradicionales y en dogas basadas en plantas para sus principales necesidades de salud. Con esto, se explica la vigencia y el renacimiento del interés por las plantas con uso medicinal observable en el mundo aún después del surgimiento y auge de la industria químico-farmacéutica (Antich, 1954; Lozoya, 1998).

En México las plantas medicinales ocuparon un lugar privilegiado entre los pobladores desde antes de la conquista, pero desde entonces hasta la actualidad su uso y popularidad se han visto modificados a través de los años por la ganancia y pérdida de algunas plantas. No obstante, el empleo de las plantas medicinales sigue representando una alternativa a otro tipo de recurso para la salud gracias a la gran diversidad florística del país y a que la población aún incorpora a su cultura los recursos vegetales (Aguilar, 1994).

Gutiérrez y Betancourt (2002) señalan que los factores que determinan el incremento en el consumo de las plantas medicinales, aromáticas y sus derivados en nuestro país, son:

- Crisis socioeconómica.
- Crisis del sector salud: deterioro de la calidad en los servicios médicos.
- Movimientos sociales por el "regreso a la naturaleza".
- Incremento desmesurado en los precios de medicamentos de patente.
- Desconfianza de sectores de la población por los medicamentos alopáticos.

Aunado a lo anterior, la megadiversidad vegetal con la que México aún cuenta, contribuye importantemente a la riqueza y variedad de una gran cantidad de plantas con uso medicinal. El estudio etnobotánico reportado por Bye *et al.* (1991) reveló la existencia en la literatura de 3,352 especies de plantas medicinales reportadas para México, distribuidas en 1214 géneros y 666 familias botánicas. Estas cifras van en aumento y confirman la abundancia y el amplio uso que se tiene de las plantas medicinales en nuestro país pero que de la mayoría aún no se cuenta con estudios científicos que respalden su uso tradicional.

A raíz de la necesidad de estudiar a este vasto recurso para mejorar en su conocimiento y manejo desde distintas áreas, actualmente se realizan estudios e investigaciones importantes en Instituciones como, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) entre otras con lo cual, se ha incrementado el estudio multidisciplinario y de alto nivel que sirve para validar el uso medicinal de algunas plantas desde un enfoque científico, entre muchas otras utilidades (Carmona-Jiménez, 1992).

1.2 La relevancia de los mercados públicos

La palabra tianguis, proviene del náhuatl "tianguixtli" que significa mercado y éste género comercial se ha convertido en el símbolo de cientos de colonias en la Ciudad de México. De todos los tianguis del México antiguo el más especial y extenso fue el gran mercado Tlatelolco, donde la producción, la variedad y la riqueza constituían la imagen del poderío azteca pero fue la guerra de la conquista la que puso fin a éste importante mercado. En el centro de la nueva capital virreinal comenzaron a establecerse nuevos mercados y un tiempo después de la Revolución Mexicana, surgieron mercados como el de Jamaica y Sonora, al tiempo que seguían proliferando los tianguis al aire libre (web 4).

A pesar de las múltiples influencias de nuestra transformación cultural, los mexicanos seguimos conservado una especial atracción al comercio al aire libre y a la permanencia de los mercados antiguos. Es por ello que los mercados son considerados como parte de los pocos legados culturales que aún se conservan de la temprana posconquista de México, por lo que en ellos todavía se encuentra una gran diversidad de plantas medicinales como ocurría en aquella época. En ese sentido, Anaya (1991) considera que conocer a un mercado nos acerca aún más a la vida cotidiana de las poblaciones, ya que en estos es

posible encontrar los rasgos fundamentales que las caracterizan. Esto es posible ya que, según Bye y Linares (1983, 1986) y Manzanero (1995) el mercado representa un lugar de intercambio comercial, un espacio de interacción social, familiar, interétnico y de comprador-vendedor para las poblaciones que permite que las investigaciones sobre plantas medicinales que se realizan en los mercados, generen información relevante.

Un ejemplo de lo anterior son los estudios etnobotánicos de los cuales, se obtienen inventarios florísticos, distribución y uso de una familia, género o especie botánica; agrupamientos de plantas de acuerdo a su uso para determinada enfermedad, a su estructura morfológica (flor, fruto, semilla, corteza, madera, raíz, hoja), a su nombre común o para la investigación sobre las formas de preparación y uso (Aguilar, 1990).

En la Ciudad de México, existen 312 mercados públicos que cubren el 23 por ciento del abasto de los capitalinos, jugando un papel indispensable como proveedores de varios recursos para la población (web 5). Esto es de gran beneficio para los consumidores de plantas medicinales que por su situación urbana no pueden obtenerlas directamente de los lugares de origen o de dónde los cultivan. Es así como la población citadina adquiere dichas plantas en algunos tianguis, en los mercados de cada colonia o en mercados especializados como el mercado Sonora que es considerado uno de los principales distribuidores y exportadores de plantas medicinales frescas y secas de México.

En el caso de las plantas medicinales secas que se venden en los mercados puede resultar difícil para los usuarios la identificación común de la planta al tratarse de tallos o raíces respectivamente ya que estas estructuras pueden ser muy similares en su aspecto externo con otros tallos y raíces. Esto sucede cuando dichas partes de la planta se venden trituradas o troceadas o cuando forman parte de otros compuestos medicinales como las cortezas y maderas. Es por eso que para los botánicos interesados en determinarlas es necesario un estudio anatómico comparado con la especie a la que se supone pertenece.

Por otro lado, el que existan diferentes especies botánicas a las que se les conoce con el mismo nombre común, también puede provocar mayor confusión acerca de la identidad de las plantas ya que la similitud entre algunas plantas secas propicia que el vendedor o el colector, con o sin conocimiento previo pueda sustituirlas sin que los consumidores lo noten o sean informados de dicho cambio. Esto representa problemas y riesgos al comprar o al estudiar una planta si antes no se sabe o determina la identidad botánica de la misma (Carmona-Jiménez, 1992).

El guayacán es una planta medicinal seca que se vende en los mercados, de la cual la corteza y madera se recomiendan principalmente para purificar la sangre, hígado, riñones, mejorar la circulación, como diurético o antidiabético. En la literatura “guayacán” es el nombre común, por lo menos, para 12 especies botánicas distintas (García, 1992), pero hay inclinación a que pertenezcan al género *Guaiacum*. En estudios realizados de identificación de las especies botánicas de algunos mercados del país, incluido el mercado Sonora, el guayacán que pertenece a especies del género *Guaiacum* (Garay, 1997; Legorreta, 1989) o a *Conzattia multiflora* (García, 1992). Por otro lado a *Guaiacum coulteri*, conocido también como guayacán, se le realizaron pruebas farmacológicas que comprobaron su efecto hipoglucemiante atribuido popularmente (Ramos *et al.*, 1992). Sin embargo, cuando se compra guayacán en los mercados, se ignora cual de todas las especies botánicas reportadas en la bibliografía, es la que se está adquiriendo.

1.3 Caracterización de plantas medicinales

Los estudios anatómicos han demostrado ser de gran ayuda para la identificación botánica en los casos en que no se cuenta con las flores o frutos, siendo muy útiles para detectar la adulteración, fraude o sustitución de un producto (Carmona-Jiménez, 1992). Así mismo, la histoquímica ha demostrado ser una herramienta de gran ayuda en la identificación y ubicación, dentro de los tejidos, de compuestos de importancia química o metabolitos biológicamente activos que contienen las plantas. Estas sustancias pueden ser carbohidratos, proteínas, grasas, fenoles, entre otras, con lo cual se agrega información importante al estudio de las plantas especialmente cuando tienen uso medicinal. Es así como los estudios estructurales en conjunto, aportan elementos valiosos en la caracterización de las partes vegetales utilizadas en medicina tradicional (Estrada, 1982; Alcántara, 2002) y que se integran en la farmacognosia de las farmacopeas nacionales.

2. ANTECEDENTES

2.1 El interés actual en el uso de las plantas medicinales.

Pelt (1979), Capasso (1980), Trejo (1990) consideran que el reciente interés en el uso de la herbolaria se ha incrementado debido a:

- La concentración de la tecnología médica en manos privadas que solo atiende a un porcentaje mínimo de la población.
- La presencia de una industria farmacéutica dominada por capitales monopólicos extranjeros, que dificulta la importación de algunos fármacos a países pobres por sus altos costos.
- La producción de fármacos cuyo procedimiento es costoso y que requiere de una tecnología sofisticada no disponible para todos los países.
- La desconfianza que genera en la población, los efectos secundarios que la tecnología ha producido, incluidos los medicamentos. Practicando la medicina tradicional con el deseo de reconciliación con la naturaleza.
- El creciente interés por los productos naturales y la ecología influenciado por los países más desarrollados.
- La experiencia y aceptación cultural mostrada en los países en donde tradicionalmente se utilizan las plantas medicinales, permite su permanencia mediante la incorporación de nueva herbolaria y genera abundancia que baja su costo volviéndose más accesible para la población.

Así mismo, en la actualidad un paciente sabe que los medicamentos de síntesis farmacéutica dan una respuesta inmediata y constante pero que en algunos casos provocan reacciones secundarias serias y por otro lado, sabe que la mayoría de medicamentos naturales son más suaves en su acción pero que indudablemente son más seguros si se usan oportunamente (Lozoya y Lozoya, 1982).

Con el desarrollo tecnológico también se ha dado paso a nuevas metodologías y procedimientos que han modificado el estudio de la herbolaria generando mayor interés. Un ejemplo de ello son los fitofármacos, medicamentos de origen vegetal que representan nuevos avances en la medicina ya que estos se distinguen de los medicamentos antiguos por que el conocimiento científico sobre la acción de sus componentes está mejor fundamentado y son resultado de un manejo celular y molecular que ofrece numerosas posibilidades para elaborarlos (Lozoya, 1998).

a) El uso de las plantas medicinales en México.

Por medio de los estudios que se han realizando en el país, puede asegurarse que a lo largo de su historia, siempre ha prevalecido el interés científico y médico para valorar la cultura médica popular y sus recursos vegetales, ya que para los mexicanos, la existencia de una medicina popular o tradicional es una realidad cultural que requiere ser estudiada y valorada (Lozoya y Lozoya, 1982).

Es por ello que científicos mexicanos especialistas en el estudio de las plantas medicinales como Lozoya y Lozoya (1982), Aguilar (1988) y Aguilar *et al.* (1994) proponen las siguientes alternativas para seguir generando información acerca de este recurso:

- Revalorar la herbolaria mexicana por medio de un adecuado desarrollo de los estudios científicos nacionales que promueva la información e impulse un nuevo y diferente aprovechamiento de nuestros recursos.
- Reordenar y actualizar los datos que la sociedad mexicana tiene sobre la herbolaria medicinal promoviendo y poniendo a su disposición literatura científica, fuentes históricas o estudios florísticos para que la misma población impulse la tarea de investigación en las instituciones y su aplicación en beneficio de la salud de los mexicanos.
- Realizar la investigación de tipo etnobotánico entre los diferentes grupos étnicos, en zonas rurales, urbanas y en las diversas regiones ecológicas que conforman el territorio nacional.
- Hacer investigaciones botánicas y etnológicas de plantas con uso medicinal en los mercados.
- Llevar a cabo investigación sociológica y antropológica mediante la elaboración de encuestas y otras técnicas sobre el papel social, económico e ideológico de la herbolaria.
- Hacer una revisión de la información etnobotánica depositada en los materiales de herbario.

Dichas propuestas, obedecen al total convencimiento de que los recursos vegetales del país son una opción para afrontar alternamente, la crisis económica, carencias y altos costos de muchos medicamentos (IMEPLAM, 1978). Para lograrlo, es necesario su estudio y validación con los procedimientos científicos actuales, "propiciando siempre su utilización original y no tan sólo la acostumbrada exploración de materias primas para una ciencia que fácilmente cae en manos mercantilistas" (Lozoya *et al.*, 1987).

2.2 Estudios anteriores en los mercados

Una forma de abordar el estudio de la herbolaria tradicional es realizando investigación en los mercados, lo cual puede hacerse desde diferentes campos de estudio. Desde el punto de vista social, algunos autores han considerado que tanto los mercados como los tianguis son lugares que forman parte importante en la economía regional o nacional de un país, ya que de ellos ha dependido buena parte de la distribución y consumo de los recursos naturales necesarios (Anaya, 1991).

Según los estudios realizados por Gutiérrez y Betancourt (2002) las características que distinguen al mercado nacional de plantas medicinales, aromáticas y sus productos derivados son:

- Situación de marginación de los recolectores de plantas medicinales en la cadena de comercialización.
- El empresario mayorista y detallista-menudista tienen una tasa mayor de ganancia.
- Las plantas medicinales que se cultivan son principalmente especies exóticas tales como la manzanilla, hierbabuena, te de limón, tomillo, albahaca y romero.
- Más del 85% de las especies que se comercializan en México provienen de recolección silvestre, sin contar con programas de manejo y sin ningún control o seguimiento de las dependencias gubernamentales responsables.
- Las instituciones de los gobiernos federales o estatales no cuentan con la mínima información sobre la recolección de plantas silvestres con uso medicinal.
- El dominio de la recolección sobre el cultivo es expresión de la marginación o el desprecio que se ha tenido de la medicina tradicional y específicamente de la herbolaria.

- No necesariamente la procedencia de materias primas de poblaciones silvestres corresponde con precios bajos para el consumidor, pero sí posibilita entre otras cosas: mayor heterogeneidad, adulteraciones, contaminaciones, baja calidad y disponibilidad variable dependiendo de la época del año o de la abundancia del recurso.
- El incremento en la demanda de plantas medicinales provoca entre otras cosas la pérdida del manejo sustentable tradicional que hacían los médicos tradicionales, los recolectores y las comunidades indígenas.
- Para la nueva generación de recolectores/cultivadores no importan la: hora del día, época del año, partes usadas, forma de secado, técnicas de recolección, conservación de individuos y poblaciones.
- El 75% de las plantas medicinales que se comercializan en México provienen de comunidades indígenas y rurales de la región centro-sur.
- La adulteración o sustitución de las materias primas se ha incrementado por precios altos para algunas especies, por incremento en la demanda, la escasez o disminución de poblaciones silvestres, lo que resulta riesgoso para los consumidores.

Otros estudios, generan información que forma parte inicial de una secuencia de investigaciones que deben realizarse para obtener y proponer a una planta como fitomedicamento. En esta etapa inicial se encuentran los estudios etnobotánicos realizados en los mercados ya que es ahí en dónde la interacción entre el ser humano y las plantas facilita dicha investigación.

Estudios etnobotánicos como el realizado por Bye y Linares (1983, 1986) en el mercado de Santa Catarina del Monte y el mercado Sonora, muestran que para la sociedad mexicana existe una gran tradición de adquirir sus plantas en los mercados, lo que permite su actual permanencia y que siga siendo una opción para la población; se mencionan algunos factores que influyen en la disponibilidad y demanda de las plantas. Se dice que la mayor parte de estas plantas se derivan de ambientes modificados por el hombre y que en la actualidad aún se encuentran a la venta algunas plantas que se usan desde la posconquista. Finalmente en dos años de muestreo en el mercado Sonora, recolectaron 260 plantas frescas.

Otro estudio comparativo de las plantas que se usan tradicionalmente para la diabetes y que se venden en distintos mercados de la república, proporcionó un listado de plantas que se usan en diferentes regiones para curar dicha enfermedad (Legorreta, 1989).

Anaya (1991) realizó la colecta del complejo quina en varios mercados de la República y el D.F., para investigar la homogeneidad del producto. Encontró que a varias especies botánicas se les conocía con el mismo nombre común por lo que en su estudio se hace hincapié en la necesidad de identificar las especies que carecen de estructuras florales como las cortezas.

García (1992) visitó 10 mercados para recopilar información acerca de los usos que tienen las cortezas medicinales en el estado de Morelos y encontró que la mayoría son principalmente recomendadas para la diabetes y padecimientos de los riñones; sin embargo, reportó la escasez de trabajos sobre el tema a pesar de la importancia ecológica, económica y social de esta estructura.

Carmona-Jiménez (1992) realizó un estudio anatómico, morfológico y etnobotánico de algunas especies maderables utilizadas en los compuestos medicinales del mercado Sonora, comparándolas con las especies de campo y demostrando con ello que la descripción y comparación de la anatomía vegetal son muy útiles para lograr la determinación de los especímenes maderables que se obtienen en el mercado.

Manzanero (1995) estudió 7 raíces medicinales frescas del mercado Sonora en dónde obtuvo información del uso, preparación e información estructural de algunas especies, demostrando así, la importancia de dicho recurso medicinal.

En la mayoría de los trabajos antes citados, los autores hacen hincapié en la problemática que se genera cuando a varias especies botánicas se les conoce con un mismo nombre común, especialmente cuando se trata de cortezas o maderas. Resaltan la importancia de estudiar más detalladamente la corteza y madera que se venden en los mercados, apoyándose en técnicas de identificación como la anatomía vegetal.

Garay (1997) realizó un estudio etnobotánico de las plantas medicinales que se venden en el mercado Sonora, identificando algunas especies con el apoyo de la bibliografía, entrevistas con los vendedores, colectas periódicas e identificación taxonómica, con lo cual obtuvo una lista de nombres comunes, con su respectiva identificación botánica de las especies que ahí se venden. El total de plantas medicinales recolectadas, correspondió a 81 familias de plantas vasculares, 215 géneros y 263 especies.

Más recientemente Azcárraga (2004) realizó un estudio sobre las plantas útiles de 7 mercados urbanos y periurbanos distribuidos en la Ciudad de México recolectando solamente material fresco. Apoyada en información bibliográfica y de herbario obtuvo la identificación de 136 familias botánicas, de ellas 19 fueron las más comúnmente vendidas en los mercados y de éstas 344 especies eran medicinales.

Todos los trabajos mencionados destacan la importancia de la información que se obtiene de los recursos vegetales vendidos en los mercados y que no podría realizarse por completo sin la participación de los vendedores y curanderos que ahí laboran.

2.3 El guayacán que se vende en los mercados

En los mercados de la Ciudad de México se encuentran a la venta plantas medicinales secas que se recomiendan para aliviar distintas enfermedades y una de ellas es el Guayacán del cual, la madera y corteza se recomiendan para aliviar enfermedades de las vías urinarias y diabetes. Pero una de las inquietudes más frecuentes es que la corteza y la madera que se adquieren correspondan a la planta indicada.

Según la literatura, el guayacán, incluido el que se expende en los mercados, incluye familias, géneros y especies diferentes: como *Guaiacum* (*Zygophyllaceae*), *Sweetia panamense* (*Fabaceae*), *Tabebuia* (*Bignoniaceae*), entre otras, pero principalmente se le identifica como diferentes especies de *Guaiacum*. García (1992) reportó en su estudio que 12 especies habían sido identificadas como Guayacán en la literatura y que de ellas sólo *Conzattia multiflora* correspondió con la identificada en su estudio, con esto se puso en duda la identificación botánica de algunos trabajos que sólo se apoyan en la literatura y no respaldan la identificación de la especie con colectas en el campo u otras técnicas de laboratorio.

En el trabajo de Soto (1987) reportó que la especie que se vende en la región de la cuenca del Río Balsas como guayacán es *G. coulteri*. En mercados como en el "República" del estado de San Luis Potosí, "La libertad" de Guadalajara, "Sonora" de la Ciudad de México y en comercios de productos naturales de Hermosillo y La Paz, el Guayacán que ahí se vendía correspondió a *Guaiacum sp* (Legorreta, 1989).

Lo anterior afirma la necesidad de verificar la correspondencia de la o las especies que se están vendiendo actualmente en los mercados de México con las especies que se reportan en la bibliografía con uso medicinal.

2.4 La especie *Guaiacum coulteri*

La especie *G. coulteri* pertenece a la familia *Zygophyllaceae* cuyas especies son arbustos y raramente plantas herbáceas anuales. Habitan en los países cálidos preferentemente en ambientes secos o salinos. El género más interesante de esta familia desde el punto de vista farmacéutico es *Guaiacum* (Gilg, 1950).

Taxonomía:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Zygophyllaceae

Género: *Guaiacum* L.

Especies:

G. angustifolium Engelm.

G. coulteri A. Gray

G. guatemalense Planch. ex Vail y

Rydberg

G. officinale L. (Ap. II de la CITES)

G. sanctum L. (Ap. II de la CITES)

G. unijugum T.S. Brandegee

Nombres comunes: Guayacán, guayaco, palo santo, *lignum vitae*.

Sinónimos científicos:

Guaiacum planchonii A. Gray ex Vail y Rydberg (sinónimo de *G. coulteri*)

Guaiacum palmeri Vail (sinónimo de *G. coulteri* var. *palmeri*)

Guaiacum parvifolium Planch. ex A.Gray (sinónimo de *G. coulteri*).

G. coulteri es un árbol o arbusto neotropical pequeño y de lento crecimiento que en condiciones óptimas alcanza hasta los 4 metros de altura (Fig. 1.1A). Su ambiente más favorable es a plena exposición al sol o con alguna sombra en bosques o arbustos secos (web 1). Las flores son de color azul-violeta intenso y brotan normalmente entre abril y septiembre.

Tiene una amplia distribución principalmente en la pendiente del Pacífico y el Noroeste de México (web 2) (Fig. 1.1B). El hábitat natural de *G. coulteri* en México se ha reducido y por lo tanto también su uso por la escasez resultante de la sobreexplotación, desaparición de las selvas, deforestación con fines agrícolas y por la introducción de especies no nativas como *Pennisetum ciliare*. Ya que *G. coulteri* presenta lento crecimiento, la competencia con especies arbóreas de más rápido crecimiento constituye una amenaza natural para sus poblaciones (Pennington y Sarukhán, 1968; Web 1; web 3).

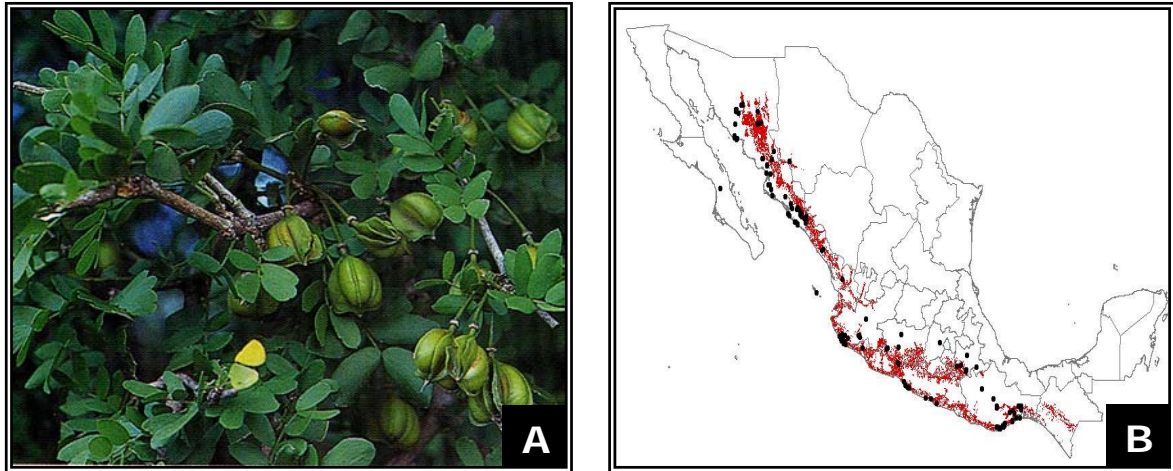


Fig. 1.1. A. Flores de *G. coulteri*. B. Distribución de *G. coulteri* en la República Mexicana.

En la literatura sobre plantas medicinales, es común encontrar que a *G. coulteri* se le atribuyen propiedades medicinales a diferentes partes de la planta como la madera, la corteza, la resina y las flores.

Atendiendo a los reportes del uso popular, a *G. coulteri* se le aplicaron pruebas de laboratorio los cuales demostraron su actividad hipoglucemiante en conejos por lo que se considera como una especie con efectos antidiabéticos (Ramos *et al.*, 1992 a). A partir de los resultados anteriores, Ramos *et al.* (1992 b) evaluaron los mecanismos de la actividad hipoglucemiante encontrada y se observó que se requería de la función del páncreas o la presencia de insulina para que *G. coulteri* presentara su actividad hipoglucemiante, por lo que aún se requiere de futuras investigaciones que respalden su uso en humanos para el control de la diabetes.

Guaiacum sanctum es quizás la especie más popular del género como medicinal ya que desde antes de la conquista, en Europa tuvo una difundida fama para curar la sífilis y otras enfermedades contagiosas por lo que fue llamado "árbol de la vida" (*lignum-vitae*). Su fama la llevo a ser una especie muy explotada, sin embargo, tiempo después se descubrió que dichas propiedades eran falsas. Actualmente se sabe que contiene sustancias como ácido guayaconico, ácido guayarético, ácido guayácico, saponina guayácica, las cuales se utilizan en la medicina. En México, los antiguos mayas conocían a *G. sanctum* como *zoon zoon* y era valorada por su dureza al igual que en otros países en dónde a la planta se le conoce como Guayacán Real o madera de hierro por ser considerada una de las maderas más duras del mundo (Lozoya, 1990; web 3).

En la actualidad *G. sanctum*, aun se utiliza para producir artesanías en el sudeste mexicano y para otros fines comerciales; dichos atributos han provocado una pérdida en su hábitat y una explotación excesiva que constituyen los principales riesgos para la especie no sólo en México sino en toda América Central. Todo esto ha provocado que esta especie esté considerada como amenazada. Es por ello que ahora se realizan estudios sobre la actividad de manejo, distribución, abundancia y dinámica poblacional junto con poblaciones de *G. coulteri* en México, con el fin de determinar el estado de conservación, abundancia y factibilidad de aprovechar las poblaciones silvestres de una manera sustentable (web 3).

Otra especie importante del genero, es *G. officinale* a la que también se le ha conocido como *lignum-vitae* y se le han atribuido usos medicinales similares a los de *G. sanctum*. Su madera es muy usada para la construcción y en conjunto con las propiedades medicinales atribuidas para enfermedades venéreas fueron la principal causa de su exterminio en Centroamérica de dónde era nativa (web 3). En estudios farmacológicos y fitoterapéuticos se describen sus contenidos químicos de la especie (Vanaclocha y Cañigueral, 2003). Las hojas, flores y frutos presentaron propiedades abortivas en un estudio con ratas y ratones en el que el extracto acuoso caliente mostró efectos de infertilidad ya que hubo expulsión de los fetos y placenta de dichos animales (Offiah, 2003). La distribución de *G. sanctum* y *G. officinale*, se ha visto seriamente reducida en la República Mexicana a diferencia de *G. coulteri* que es un poco más abundante.

2.5 Importancia de la anatomía vegetal

La anatomía o estructura celular de los tejidos vegetales se estudia por métodos microscópicos y por medio de cortes muy delgados obtenidos con un instrumento especial llamado micrótopo. Centra su estudio en la forma, variabilidad y estructura de los tejidos que componen el cuerpo de una planta, esta área es tanto descriptiva como experimental ya que no se limita en alguno de estos aspectos (Fahn, 1978; Dickinson, 2000).

La anatomía proporciona una ayuda valiosa para la determinación de especímenes ya que los análisis microscópicos han demostrado ser de gran ayuda para establecer la identificación de especies. También son necesarios para establecer la determinación botánica de muestras comerciales de plantas medicinales, madera y fibras naturales entre otras y auxiliar en el control de calidad, adulteración, fraude o sustitución de un producto de origen vegetal (Metcalf y Chalk, 1972).

a) Anatomía de las maderas

El xilema secundario o madera es uno de los recursos naturales más utilizados por la humanidad pues posee características que la hacen un material muy versátil e indispensable para innumerables propósitos. De dichos usos surgió la necesidad de desarrollar líneas de investigación que buscaran nuevas y mejores formas de aprovechar la madera y entre otras líneas surgió la anatomía de maderas (Scagel, 1987; Niembro, 1986).

Aspectos morfológicos de la madera como el color, extensión del duramen y albura, textura, grano, olor, sabor, lustre, brillo, dureza y el veteado sirven para identificar algunas especies maderables. Microscópicamente, las células que constituyen la madera forman tejidos que muestran cierta variabilidad en cuanto a su ordenación, disposición y abundancia que caracterizan a cada especie, lo que puede ayudar en gran medida a identificarla. Las principales células y tejidos que se describen anatómicamente son los vasos, fibras, radios y parénquima leñoso (Pennington y Sarukhán, 1968; Barajas *et al.*, 1979).

Por otro lado, las características anatómicas, están a menudo menos diferenciadas que las características externas, esto es más común entre especies y géneros de la misma familia en donde la madera puede ser tan uniforme que no se detectan diferencias verdaderas. Por eso, es importante utilizar conjuntamente caracteres microscópicos y macroscópicos de la madera así como su olor o sabor (Esau, 1987).

Del estudio anatómico de la madera puede obtenerse distinta información como la de uso comercial, para mejorar la comprensión de la posición taxonómica de una especie, como auxiliar para la identificación botánica, como fundamento de los usos potenciales de una madera, para agregar datos a la anatomía ecológica, funcional y arquitectura hidráulica de una especie, entre otras (Barajas-Morales y León-Gómez, 1989). Sin embargo, son escasos los trabajos que proporcionan información sobre la anatomía de las maderas con aplicación medicinal.

b) Anatomía de las cortezas

La corteza o floema secundario, está formada por todos los tejidos situados desde el área del cámbium vascular hacia fuera, es decir, la corteza está formada por el floema secundario, los tejidos primarios remanentes adheridos al floema secundario, la peridermis

y los tejidos muertos que quedan fuera de ella. Es un tejido de importancia vital para la planta ya que efectúa funciones como: protección, soporte, transporte de savia, ventilación, fotosíntesis, formación de nuevos tejidos, nutrición, disminución de la pérdida de agua, intercambio de gases y es una barrera que previene daños mecánicos, ataque de insectos y hongos; estas propiedades la hacen una estructura diversa y compleja en cuanto a su origen y organización (Barajas-Morales y Pérez-Jiménez, 1990; Ángeles *et al.*, 1992).

La apariencia externa de la corteza puede ser muy parecida o variar mucho entre especies que suele ser tan diversa como lo son las hojas, flores o frutos. Dichas diferencias están dadas por el modo de crecimiento de la peridermis, por lo que en algunos casos, el aspecto externo de la corteza es tan característico que puede ser determinante en la identificación del individuo.

Los rasgos anatómicos más importantes para su descripción son, los radios floemáticos, los elementos cribosos, las células parenquimáticas y las fibras del floema. Al realizar estudios sobre la anatomía de las cortezas se presentan ciertos problemas que no se dan en la anatomía de la madera ya que las diferencias anatómicas encontradas en estos dos tejidos, son un reflejo de las diferencias funcionales de ambos. Mientras que la madera o xilema secundario tiene la función de soporte mecánico y transporte de agua, la corteza está involucrada en funciones más diversas (Ángeles *et al.*, 1992).

La complejidad del tejido ha promovido la realización de investigaciones con diferentes enfoques. Ya que mientras unas se encargaron de utilizar las diferencias morfológicas que presentan las cortezas para resolver algunos problemas de identificación en el campo (Pennigton y Sarukhán, 1968; Barajas-Morales y Pérez-Jiménez, 1990), otros como el de García (1988) realizó la descripción anatómica comparativa de aspectos microscópicos de la corteza de especies del género *Bursera* en las cuales encontró una estructura muy homogénea en sus principales caracteres cualitativos. Por otro lado, Giménez, *et al.*, (1997) describió a la especie *Monttea aphylla* para contribuir a su conocimiento y probar su concordancia con los rasgos típicos de especies que habitan en ambientes xerófitos. León – Gómez y Ángeles (1997) describieron la anatomía de cuatro especies de Vitaceas nativas de una selva de Veracruz. Garland *et al.*, (2001) observaron y establecieron analogías y diferencias por medio del diseño del ritidoma, el color y la estructura de la corteza para diferenciar con precisión a dos especies cercanas.

Roth (1981) además de describir anatómicamente la corteza de especies tropicales de Venezuela, menciona algunos de los usos que los nativos de países tropicales hacían de las cortezas como: drogas farmacéuticas, condimentos culinarios, combustibles, fertilizantes, sustitutos de maderas, uso del corcho, fibras, gomas, taninos, secreciones, artesanías; haciendo mención de la importancia del manejo que las cortezas tienen como principios medicinales, atribuido esto principalmente a la riqueza de sus componentes químicos, así como sus propiedades físicas tan especiales.

En México, aunque se muestra mayor interés en el tema, todavía existen pocos trabajos sobre la descripción anatómica de las cortezas y aún menos de las que son de uso medicinal por lo que no se ha observado un dominio difundido de la estructura celular de la corteza. Los trabajos que se han realizado sobre cortezas, han sido principalmente farmacéuticos o de tipo etnobotánico como el realizado por García (1992) en el que estudió las cortezas medicinales del estado de Morelos o el de Anaya (1991) que investigó la identidad de las cortezas que formaban el complejo Quina.

2.6 Importancia de la histoquímica

La historia de la histoquímica está estrechamente ligada a la de la histología ya que ambas son indistinguibles en sus comienzos y no es sino hasta el período entre 1830 y 1855 cuando la histoquímica comienza a ser considerada como una rama independiente (Estrada, 1982).

Los métodos histoquímicos tienen por objeto localizar sustancias químicas conocidas en la célula y los tejidos dentro de su agregado estructural. Ahí, es posible caracterizar cambios estructurales en la fisiología de los tejidos y células, para luego confrontar esas observaciones con los resultados de los análisis químicos y bioquímicos (Spannhof, 1966).

Para el método histoquímico se debe tener una diferenciación del corte y estructuras ya que no sólo se trata de conseguir contrastes simplemente, sino de localizar determinados componentes químicos de interés. De esa forma, una serie de estructuras celulares conocidas pueden quedar evidenciadas en un mismo tono de color cuando todas contienen los mismos componentes químicos. También puede ocurrir que mediante una prueba histoquímica se evidencien sólo algunos componentes celulares, permaneciendo otros sin teñir, o se pierdan durante la manipulación. Es por lo que se sugiere hacer la histoquímica en material fresco (Spannhof, 1966).

En la actualidad, la histoquímica constituye una especialidad muy desarrollada; sin embargo, en botánica, se observa una aplicación preferente en estructuras de flores, semillas, hojas pero muy poco en cortezas y aún más escasos en maderas, debido quizás a la falta de importancia e interés en estas mismas estructuras.

La información derivada de dichos estudios además de las razones puramente comerciales tiene gran utilidad en medicina y taxonomía. Algunos trabajos al respecto son como el de Thomas *et al.*, (1995) que por medio de aspectos histoquímicos y anatómicos explicó la regeneración de la corteza de *Hevea brasiliensis*. En el de Paredes *et al.*, (2001) aplicaron la histoquímica a la corteza de *Cercidium plurifoliolatum*, *Ipomea pauciflora*, *Jatropha andrieuxii*, *Lysiloma divaricata*, *Ziziphus amole* especies provenientes de una selva baja de Oaxaca probando que los contenidos celulares mostraban la diversidad de su composición y diferencias entre especies por medio de la reacción de sus tejidos. Quintanar *et al.*, (2004) estudiaron la anatomía e histoquímica de la corteza de cinco especies de Moraceae e identificaron las estructuras involucradas en la secreción de sustancias que mantienen el interés en dicha familia tan importante comercialmente.

En los trabajos realizados con plantas de uso medicinal se encuentran los estudios hechos por Alcántara (2002) en el cual describió la estructura histológica e histoquímica de estructuras florales de *Talauma mexicana*, con lo cual obtuvo la información para complementar su descripción y verificar su autenticidad. Así mismo Sánchez (2002) aplicó la histoquímica como parte de la caracterización histológica de *Chiranthodendron pentadactylon*, o flor de la manita.

Hasta ahora, se han mencionado algunos estudios que han comprobado que las descripciones anatómicas e histoquímicas son muy útiles en la medicina tradicional pero que han sido muy escasos los estudios en estructuras como la corteza y madera. Es por esto que los estudios comparativos entre especies puede ser una opción muy útil para lograr la determinación de los especímenes de mercado y por otro lado para ayudar a entender la composición química de paredes celulares, el tipo de contenido celular de diferentes estructuras o para detectar el contenido de sustancias que pudieran ser de interés medicinal (Paredes, 2001). Finalmente lo anterior confirma la necesidad de realizar más investigación en éstas áreas de estudio, en las que evidentemente, no se ha profundizado lo suficiente.

3. OBJETIVOS

3.1 General:

- ❖ Caracterizar la anatomía e histoquímica de la corteza y madera de guayacán que se vende como guayacán o guayacán amarillo en cinco de los mercados principales de la Ciudad de México y compararla con *Guaiacum coulteri* A. Gray (Zygophyllaceae) para su validación taxonómica.

3.2 Particulares:

- ❖ Concentrar las especies referidas como guayacán en la bibliografía sobre las especies botánicas nombradas como guayacán y sus usos medicinales.
- ❖ Describir la anatomía de la corteza y madera de muestras de guayacán de cinco mercados importantes de la Ciudad de México. Sonora, Jamaica, Xochimilco, San Ángel (M. Muzquiz) y el Pasaje Catedral.
- ❖ Describir la anatomía de la corteza y madera de la especie *Guaiacum coulteri*.
- ❖ Caracterizar histoquímicamente la estructura anatómica de la corteza y madera de muestras del guayacán de los mercados.
- ❖ Caracterizar histoquímicamente la estructura anatómica de la corteza y madera de *Guaiacum coulteri*.
- ❖ Comparar la estructura anatómica e histoquímica de la corteza y madera de las muestras de mercado con la estructura de la corteza y madera de *G. coulteri*.
- ❖ Validar taxonómicamente las muestras de guayacán de mercado.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Búsqueda bibliográfica sobre el guayacán

Se realizó una búsqueda bibliográfica en diversas bibliotecas, consultando libros, tesis, revistas y páginas de internet, con el fin de encontrar las especies que se reportaran bajo el nombre de guayacán e identificar a la especie botánica más frecuentemente citada.

4.2 Obtención del material de estudio.

a) Guayacán de mercado.

Se visitaron cinco mercados importantes de la Ciudad de México en donde se venden plantas medicinales:

Mercado Sonora: Ubicado sobre la Avenida Fray Servando Teresa de Mier esquina con calle San Nicolás, colonia Merced Balbuena, delegación Venustiano Carranza, México, DF.

Mercado Jamaica: Se encuentra en Av. Morelos esquina con Av. Congreso de la unión, colonia Jamaica, delegación Venustiano Carranza, México, DF.

Mercado Xochimilco: Se ubica entre avenidas Miguel Hidalgo y José María Morelos, esquina con calle Francisco I. Madero, frente al jardín principal, colonia Barrio Santa Cruz, delegación Xochimilco, México, DF.

Pasaje Catedral: Se encuentra ubicado en la calle Guatemala No.10, colonia Centro, delegación Cuauhtémoc atrás de la Catedral de la Ciudad de México.

Mercado M. Muzquiz (San Ángel): Situado en Av. Revolución s/n., colonia San Ángel, delegación Coyoacán, México, D.F.

Se seleccionaron al azar tres locales de cada mercado en donde se vendieran plantas medicinales y en cada uno se pidió *guayacán* o *guayacán amarillo*. Al momento de la compra se trató de establecer una breve plática con el vendedor con el fin de obtener un

poco más información acerca de la planta tratando que contestara las siguientes preguntas:

- * Para qué lo recomienda y/o para qué padecimientos sirve el guayacán.
- * Modo de preparación del remedio.
- * De donde le traen el guayacán.

b) Obtención de *G. coulteri*

Las muestras de madera y corteza de *G. coulteri* se obtuvieron de la Xiloteca MEXUw del Instituto de Biología de la UNAM a cargo de la M. en C. Josefina Barajas Morales, ya que existe la certeza de que las especies de esta colección se encuentran debidamente identificadas.

4.3 Procesamiento de las muestras del mercado.

Del material comprado en cada local de los mercados visitados se seleccionaron las maderas y cortezas mejor conservadas, que presentaran las mejores características y un tamaño adecuado. Debido a la diferencia entre la dureza de la madera y la corteza, éstas se procesaron de forma separada.

a) Ablandamiento de las maderas del mercado:

Los trozos de madera se seccionaron en bloques cúbicos de 1cm por lado, éstos se lavaron y se pusieron a hervir con agua corriente por 1 hr para hidratarlos. Las muestras más duras, se volvieron a hervir en una solución de Etilendiamina (ETDA) al 10% durante 1 hr y se enjuagaron con agua corriente para eliminar el exceso de ablandador (León-Gómez, com. pers.).

Las muestras de madera de los mercados se incluyeron en Polietilenglicol (PEG) (León-Gómez, 1997).

b) Infiltración

Las muestras se colocaron en una dilución de PEG al 10% y se mantuvieron a 55-60 °C de temperatura por un tiempo de 24 horas para lograr una buena inclusión.

Posteriormente se hizo el cambio a PEG al 100% previamente fundido, manteniendo las muestras a la misma temperatura por 48 horas.

c) Inclusión:

Cada muestra se puso en un recipiente pequeño, el cual se llenó inmediatamente de PEG puro previamente fundido y se dejaron a temperatura ambiente (25 °C) por 48hrs.

d) Cortes histológicos:

Se obtuvieron cortes transversales, tangenciales y radiales con un grosor de 15 a 20 μm en un micrótopo de deslizamiento Modelo Hn 40 de Leica.

Los cortes se colocaron en un portaobjetos y con la ayuda de un pincel, se fijaron al portaobjetos con finas pinceladas de agua. Finalmente se les agregó encima unas gotas de PEG puro fundido para sostenerlos y conservarlos hasta su tinción.

Antes de teñir los cortes, se amarraron con hilo de algodón, longitudinalmente al portaobjetos, para evitar que se desprendieran en los siguientes pasos.

Se colocaron en agua por 10 minutos y enseguida se hicieron varios enjuagues con agua corriente para quitar completamente el PEG de los cortes y evitar así una mala reacción con las tinciones.

e) Procedimiento para las cortezas de mercado.

Se les aplicó el mismo método que el descrito para las maderas del mercado con excepción del tiempo de ablandamiento que se redujo a la mitad y además se omitió el paso por ETDA.

4.4 Procesamiento para *G. coulteri*.

Cuando una madera es muy dura, como es el caso de *G. coulteri* su procesamiento puede resultar dificultoso, sin embargo, puede aprovecharse esa misma dureza para evitar el uso de una matriz incluyente como se realiza en la técnica del método directo utilizada por el laboratorio de Anatomía de la Madera del Instituto de Biología de la UNAM descrita a continuación:

a) Ablandamiento de la madera de *G. coulteri*:

Después de cortados a 1cm. por lado y lavados, los cubos de madera, se hirvieron en agua por 1hrs y después en Etilendiamina (ETDA) al 10% por 1:30 hrs. Se hirvieron nuevamente en agua por 30 minutos para eliminar el exceso de ETDA (Kukachka, 1977).

Debido a que la madera no se incluyó en PEG, sólo se mantuvo hidratada en una solución de glicerina, alcohol y agua (GAA) en una proporción de 1:2:3 por tiempo variable, hasta el momento del corte.

b) Procedimiento para el estudio anatómico e histoquímico de la corteza de *G. coulteri*.

Se siguió el mismo procedimiento que el descrito para las cortezas del mercado.

c) Cortes histológicos:

Se obtuvieron cortes finos de 15 a 20 μm de grosor en orientación transversal, tangencial y radial con ayuda de un micrótopo de deslizamiento.

A los cortes se les puso unas gotas de GAA y se les cubrió con otro portaobjetos para mantenerlos fijos y aplanados.

Los portaobjetos con los cortes, se metieron en agua tibia por 15 minutos para eliminar el GAA y para que los cortes se mantuvieran planos después de retirar el portaobjetos de encima.

Finalmente los cortes se amarraron con hilo al portaobjetos y se enjuagaron nuevamente con agua tibia para quitar completamente el GAA.

4.5 Proceso de tinción

Una vez que los cortes histológicos se encontraban hidratados y libres de cualquier sustancia de inclusión, se aplicaron las siguientes tinciones a todos los cortes de madera y corteza.

a) Para la anatomía descriptiva:

Se utilizó la tinción con Safranina acuosa al 1% solo para de evidenciar las estructuras del tejido.

Safranina acuosa: Tiñe de rojo las paredes lignificadas de las células (Johansen, 1940).

b) Para la descripción histoquímica:

Se siguieron las técnicas de tinción histoquímica propuestas por López *et al.*, (2005).

Las tinciones Ácido Peryódico-Reactivo de Schiff (APS), Azul negro de naftol, la doble APS/Azul negro de naftol y la de Rojo "O" de aceite se aplicaron a todas las muestras de cortezas y maderas. La tinción cuádruple de Johansen se aplicó a las muestras de *G. coulteri* y a las muestras de corteza y madera, más representativas de cada grupo del mercado.

Ácido Peryódico-Reactivo de Schiff (APS): Tiñe los polisacáridos insolubles en púrpura o rosa (Johansen, 1940). Tiñe el almidón y algunos polisacáridos de la pared celular de rojo o magenta (López *et al.*, 2005). Reacciona con todo aquel tejido que tenga grupos reductores, monosacáridos o carbohidratos con un grupo Aldehído. Revela el glucógeno (Jensen, 1962).

Azul negro de naftol: Tinción que tiñe proteínas de color azul (López *et al.*, 2005).

APS/Azul negro de naftol: Esta tinción doble tiñe los polisacáridos insolubles en púrpura y las proteínas en azul (López *et al.*, 2005).

Cuádruple de Johansen: Tiñe de rojo brillante las paredes celulares lignificadas, de verde-naranja las paredes de celulosa, de rojo púrpura las células cutinizadas, de rojo la pared suberizada, de morado los contenidos citoplásmicos, de púrpura con halos verdes o naranja los gránulos de almidón (Johansen, 1940).

Rojo "O" de aceite: Tiñe la cutina, suberina y reservas lipídicas insolubles de naranja rojizo (López, *et al.*, 2005). Tiñe de color naranja o rojo la cutícula, grasas, lípidos y cutina (Jensen, 1962).

4.6 Proceso de disociado de la madera.

Se cortaron pequeñas astillas de madera de todas las muestras y se lavaron con agua corriente. Las muestras se pusieron en solución Jeffrey (trióxido de cromo y ácido nítrico 1:1 al 10% en solución acuosa) entre 24 y 48 horas, según su dureza. Las muestras se lavaron con agua corriente para eliminar la solución Jeffrey y se colocaron en una solución de GAA.

Para su observación, las muestras se colocaron en un portaobjetos y con la ayuda de una aguja de disección se disgregaron los segmentos de tejido. Se agregaron unas gotas de GAA para lograr que las estructuras se expandieran más sobre el portaobjetos. Algunas muestras se montaron en gelatina glicerizada y otras en resina para fotografiarlas.

4.7 Descripción macroscópica y microscópica

La descripción cualitativa externa de las cortezas y maderas, se hizo siguiendo los criterios usados por Barajas-Morales y León-Gómez (1989).

La terminología, estándares y algunos aspectos de la organización celular usados para la descripción anatómica de la madera, se basaron en las propuestas por el Comité de Nomenclatura de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (1933, 1937, 1939, 1989) y para las cortezas se siguieron los criterios de Trockenbrodt (1990), Junikka (1994) y Roth (1981).

Todas las mediciones microscópicas se hicieron en un microscopio óptico Zeiss con reglilla ocular micrométrica con divisiones de 10 μm , la cual se calibró previamente para conservar la escala de las mediciones. Los promedios realizados para la descripción anatómica y los disociados se calcularon con 25 mediciones.

4.8 Agrupación de las muestras para la descripción anatómica.

De las muestras compradas en los mercados, se realizó un primer agrupamiento en cortezas y maderas para realizar su descripción anatómica por separado. Tomando algunos aspectos anatómicos de cada una de las muestras se separaron en grupos (Cuadros 4.1 y 4.3) para posteriormente realizar una descripción anatómica más detallada.

a) Cortezas

De las 14 muestras de cortezas obtenidas en los mercados, se realizaron tres preparaciones de cada una para observarlas en tres orientaciones: transversal, tangencial y radial para detallar mejor las diferencias. En total se revisaron 42 preparaciones.

Cuadro 4.1 Características anatómicas iniciales que sirvieron para agrupar a las cortezas del mercado.

Mercado/ local	Apariencia y Nº de capas celulares del felema	Arreglo de las esclereidas	Tipo de radios	Nº de estratos del parénquima estratificado
S1	Grueso 10	Disperso	Biseriados	4
S2	Grueso 13	Disperso	Bi y triseriados	4
S3	Delgado 6	Bandeado	Bi y triseriados	4
J1	Delgado 6	Bandeado	Bi y triseriados	4
J2	Grueso 13	Disperso	Bi y triseriados	4
J3	<i>No se obtuvo corteza</i>			
X1	Delgado 6	Bandeado	Bi y triseriados	4
X2	Grueso 14	Disperso	Bi y triseriados	4
X3	Delgado 6	Bandeado	Bi y triseriados	4
P.C1	Delgado 7	Bandeado	Bi y triseriados	4
P.C2	Delgado 8	Bandeado	Bi y triseriados	4
P.C3	Delgado 8	Bandeado	Bi y triseriados	4
S.A1	Grueso 12	Disperso	Bi y triseriados	4
S.A2	Grueso 13	Disperso	Bi y triseriados	4
S.A3	Delgado 6	Bandeado	Bi y triseriados	4

Mercados; S: Sonora, J: Jamaica, X: Xochimilco, P.C: Pasaje Catedral, S.A: San Ángel.
Locales; 1, 2 y 3.

A partir de las dos primeras características anatómicas mostradas en el cuadro anterior, las 14 cortezas se separaron en dos grupos: Grupo 1, formado por las cortezas que presentaron felema de apariencia gruesa y esclereidas dispersas y el Grupo 2, integrado por las cortezas con felema de apariencia delgada y esclereidas bandeadas (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Muestras de los mercados que integraron los dos grupos de cortezas.

Grupo 1	Grupo 2
Cortezas de:	Cortezas de:
<ul style="list-style-type: none"> • Felema grueso y • Esclereidas dispersas 	<ul style="list-style-type: none"> • Felema delgado y • Esclereidas bandeadas
S1	S3
S2	J1
J2	X1
X2	X3
S.A1	P.C1
S.A2	P.C2
	P.C3
	S.A3

Mercados; S: Sonora, J: Jamaica, X: Xochimilco, P.C: Pasaje Catedral, S.A: San Ángel. Locales; 1, 2 y 3.

b) Maderas

Al igual que las cortezas, de las 7 muestras obtenidas en los mercados que contenían madera, se hicieron tres preparaciones de cada una para observarlas en sus tres orientaciones. En total se revisaron 21 preparaciones.

Cuadro 4.3 Características anatómicas iniciales para agrupar a las maderas del mercado.

Mercado/ Local	Forma de los vasos	PARÉNQUIMA AXIAL		Estructuras estratificadas	Número de estratos/mm	PARENQUIMA RADIAL
		Arreglo	Células por segmento			Seriación
S1	Ovalado	Bandeado Confluente	4	R-P-V	6	2 y 3
S2	Ovalado	Bandeado Confluente	4	R-P-V	6	2 y 3
J1	Circular y Ovalado	Aliforme	2	R-P-V	8	2 y 3
J3	Ovalado	Aliforme	2	Sin estratificación	12	3 y 4
X2	Circular y Ovalado	Aliforme Confluente	2	R-P-V	8	2 y 3
X3	Circular y Ovalado	Aliforme	2	R-P-V	8	2 y 3
P.C3	Ovalado	Bandeado Confluente	4	R-P-V	6	2 y 3

Mercados; S: Sonora, J: Jamaica, X: Xochimilco, P.C: Pasaje Catedral. Locales; 1, 2 y 3.. R: Radios, P: Parénquima, V: Vasos.

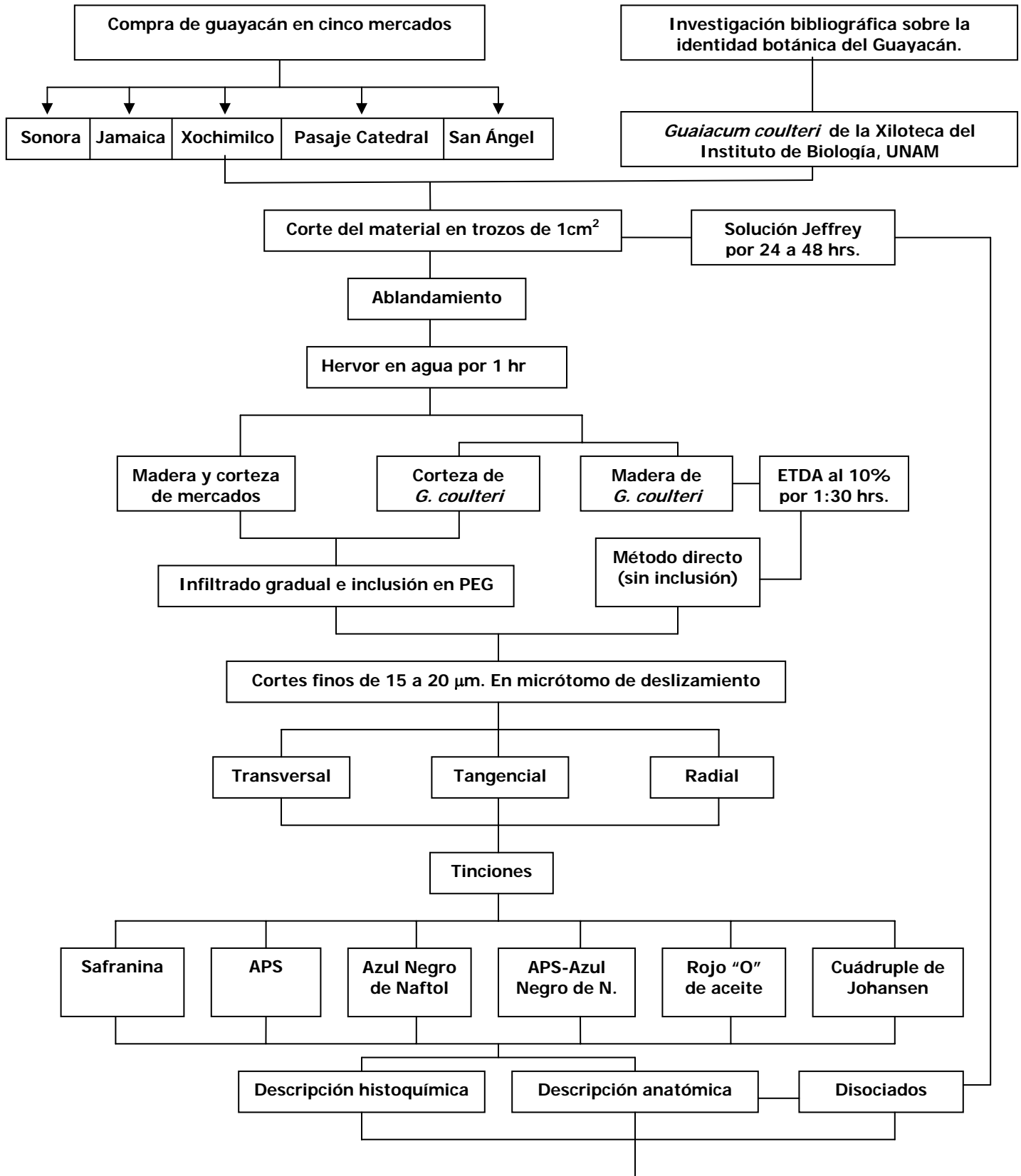
A partir de las diferencias presentadas en el arreglo del parénquima axial, número de células del parénquima estratificado y número de estratos por milímetro, las maderas se separaron en tres grupos: Grupo 1 integrado por las maderas que presentaron 4 células de parénquima axial y 6 estratos por milímetro, el Grupo 2, formado por las maderas con 2 células de parénquima axial y con 8 estratos por milímetro y el Grupo 3 integrado por la única madera con 2 células de parénquima axial y con 12 estratos por milímetro. A pesar de que esta última fue considerada una contaminación, se realizó su descripción anatómica debido a que fue obtenida en un local como guayacán.

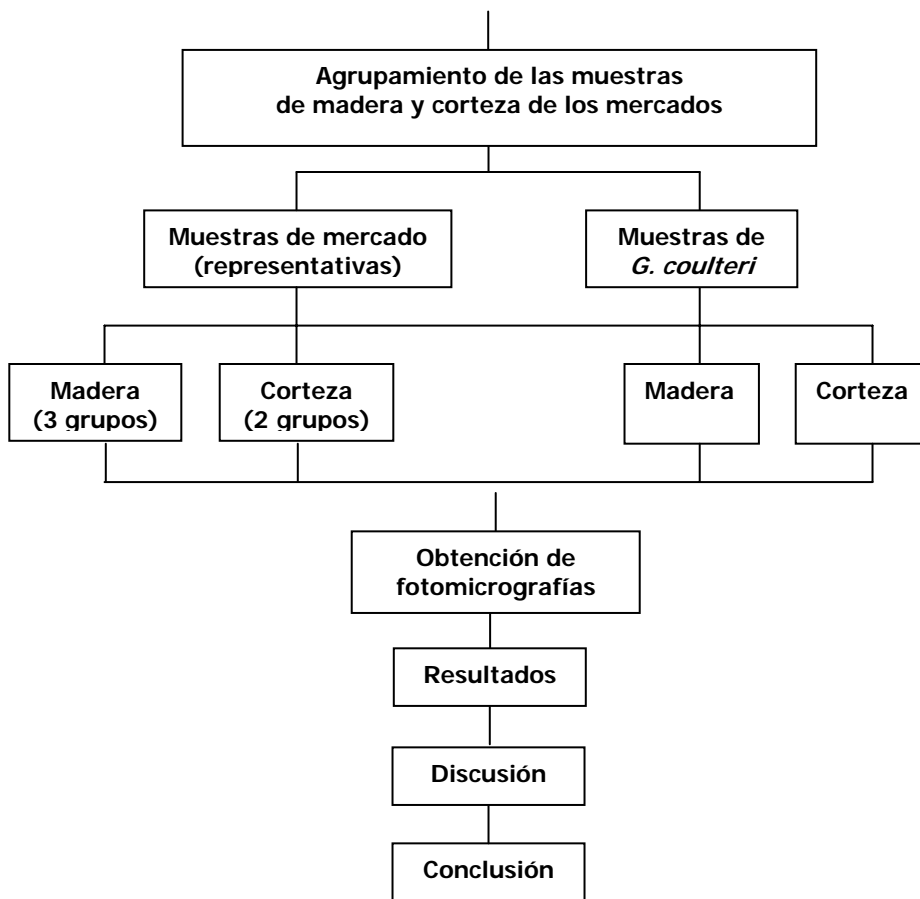
Cuadro 4.4 Muestras del mercado que integraron los tres grupos de maderas.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Maderas con: <ul style="list-style-type: none"> • 4 células de parénquima y • 6 segmentos en 10μm 	Maderas con: <ul style="list-style-type: none"> • 2 células de parénquima y • 8 segmentos en 10μm 	Maderas con: <ul style="list-style-type: none"> • 2 células de parénquima y • 12 segmentos en 10μm
S1 S2 P.C3	J1 X2 X3	J3

Mercados; S: Sonora, J: Jamaica, X: Xochimilco, P.C: Pasaje Catedral. Locales; 1, 2 y 3.

4.9 Resumen metodológico





5. RESULTADOS

5.1. Información bibliográfica sobre el guayacán.

En la literatura consultada se encontraron 23 especies botánicas distintas para el nombre de guayacán. Las especies del género *Guaiacum* fueron las más citadas (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1 Especies citadas en la literatura, identificadas como guayacán, empezando por la más frecuente.

Espece	Familia	No. de citas
1. <i>Guaiacum coulteri</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	21
2. <i>Guaiacum sanctum</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	14
3. <i>Guaiacum officinale</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	6
4. <i>Guaiacum palmeri</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	5
5. <i>Sweetia panamensis</i>	<i>Fabaceae</i>	5
6. <i>Porlieria angustifolia</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	3
7. <i>Acosmium panamense</i>	<i>Fabaceae</i>	3
8. <i>Guaiacum guatemalense</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	3
9. <i>Tabebuia guayacán</i>	<i>Bignoniaceae</i>	2
10. <i>Tabebuia chrysantha</i>	<i>Bignoniaceae</i>	2
11. <i>Gyminda tomduzii</i>	<i>Celastraceae</i>	2
12. <i>Guaiacum planchoni</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	2
13. <i>Guaiacum sp</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	2
14. <i>Lonchocarpus cruentus</i>	<i>Fabaceae</i>	2
15. <i>Conzattia multiflora</i>	<i>Fabaceae</i>	1
16. <i>Guaiacum unijugum</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	1
17. <i>Viscainoa geniculata</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	1
18. <i>Peltostigma pteleoides</i>	<i>Rutaceae</i>	1
19. <i>Solandra grandiflora</i>	<i>Solanaceae</i>	1
20. <i>Bursera copallifera</i>	<i>Burseraceae</i>	1
21. <i>Bursera fagaroides</i>	<i>Burseraceae</i>	1
22. <i>Bursera glabrifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	1
23. <i>Acacia chaconensis</i>	<i>Fabaceae</i>	1
24. <i>Acacia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	1

En el cuadro 1 del Apéndice se muestra cada especie, usos y partes utilizadas que se encontraron en cada referencia y del cuadro 2 al 6, se muestra el resumen de los usos y partes usadas de las 24 especies encontradas en referencias consultadas.

El cuadro 5.2 muestra los usos, partes empleadas y otros nombres comunes de *Guaiacum coulteri* encontrados en la literatura.

Cuadro 5.2 Resumen de las partes empleadas y usos medicinales encontrados en la bibliografía sobre *Guaiacum coulteri*.

Especie	Familia	Nombres comunes
<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Guayacán, guayacán real, guayacán amarillo, guayacán genuino o verdadero, cen, palo santo, huaxacán, matlacuahuitl, mot-zi, yaga-gupi, yaga-naa, yutnu-tandaa, chumchintoc, soon, son.
Parte usada	Padecimientos que cura	
Flores	Tos, tuberculosis, estimulante, sífilis, reumatismo, fiebres	
Fruto	Disentería, reumatismo, dolores de cabeza y fiebres.	
Flores combinadas con otras plantas.	Parte del jarabe de zarzaparrilla, para despertar apetito y quitar ascos del embarazo, parto, úlceras gástricas, digestivo, tumores y otras enfermedades.	
Madera	Astringente, purificar sangre, sudorífico, expectorante, laxante, estimulante, diaforético, depurativo, golpes y dolores fuertes, disentería, sífilis,	
Corteza	Estimulante, sífilis, diaforético, antitusígeno, antirreumático, diabetes, tos, tuberculosis.	
Hojas	Várices, diabetes, sudar, purgante, adstringente.	
Extracto y resina.	Diaforético y depurativo.	
Aceite	Dientes cariados, enfermedades venéreas.	
Resina	Sudorífico.	
Raspado de la madera	Hidropesía, asma, gota coral, vejiga, riñones, vitíligo, astringente.	
Goma de guayacán.	Sudorífico.	
Agua del tronco.	Estómago, diurético, desinflamante de riñón, hígado, cólicos hepáticos, pulmones, enfermedades cutáneas, llagas.	
Otros:	La planta se emplea para evitar náuseas de embarazadas y úlceras gástricas.	
Brebaje	Asma, catarro, catarro pulmonar, sífilis, gonorrea, blenorrea, metrorrea, depurativo de la sangre.	
Medicamento con ácido guayaico, guayacónico y guayarético	Se usa como expectorante y antiasmático.	

5.2. Información obtenida en los mercados sobre el guayacán.

Se observó regularidad en la información que los comerciantes proporcionaron al consumidor acerca de los atributos medicinales del guayacán, así como el precio y modo de preparación. Sin embargo, las localidades de donde los comerciantes dicen que sus proveedores les traen la planta difirieron mucho. (Cuadro 7 del Apéndice)

Se encontró que en los mercados principalmente se expende la corteza del guayacán sin embargo, en ocasiones también se vende la corteza y madera juntas o en menos casos solo la madera. Con esto, se muestra la irregularidad existente en cuanto a la parte de la planta que se vende, lo que puede influir en la efectividad de la acción curativa asignada a la misma (Cuadro 8 del Apéndice).

5.3 Descripción anatómica de las cortezas del guayacán de mercado.

Enseguida se presenta la descripción anatómica de los dos grupos de cortezas que se identificaron en los mercados.

GRUPO 1

a) Caracteres morfológicos

Color: Café-grisáceo (Fig. 5.1 A).

Textura de la corteza externa: Granulosa.

Textura de la corteza interna: Fibrosa.

Tipo: Lisa con ritidoma delgado. Fácilmente desprendible en pequeñas escamas.

Olor: Ligeramente aromático.

Sabor: Amargo.

Grosor total de la corteza: De 6 a 10 mm.

Exudados: No se observaron en muestras secas.

Otras características: Esclereidas visibles en el córtex, con aspecto de manchas claras (Fig. 5.1B).

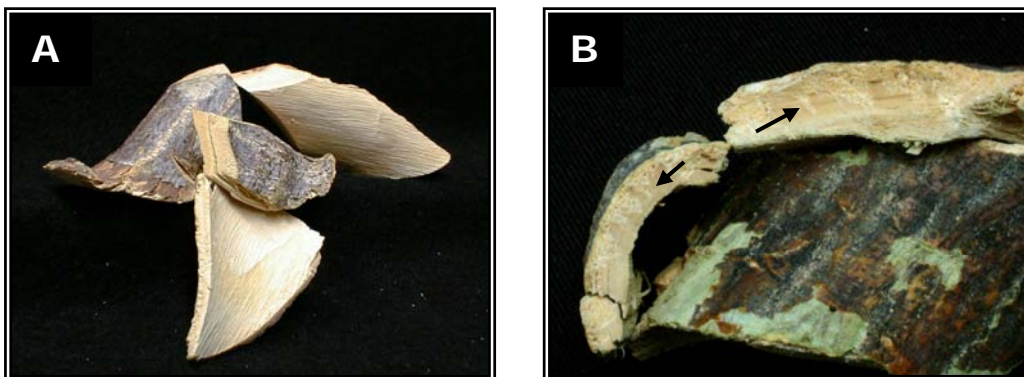


Fig. 5.1. A. Corteza del mercado que pertenece al Grupo 1. **B.** Muestra el color café-grisáceo y las esclereidas visibles en forma de manchas blancas (flechas).

b) Caracteres microscópicos

Peridermis: Compuesta por una sola capa sin lenticelas aparentes.

Felema: Formada por una banda tangencial amplia de 14 a 30 células rectangulares, con paredes gruesas y suberificadas, arregladas uniformemente (Fig. 5.2 A).

Felógeno: No es visible.

Felodermis: Formada por una banda tangencial de 4 a 6 células de amplitud, de forma cuadrada a rectangular de paredes gruesas y arregladas uniformemente. Se observó abundancia de cristales poliédricos (Fig.5.2 A).

Córtex: Formado por células parenquimáticas, poligonales, arregladas irregularmente. Presenta abundantes cristales poliédricos dispersos. Se encuentran de manera característica, numerosas braquiesclereidas dispersas por todo el tejido (Fig. 5.2 A). En algunas muestras se encontraron bandas de células con taninos (Fig. 5.2 B).

Esclerénquima: Formado por braquiesclereidas y fibras.

Braquiesclereidas: Células grandes con punteaduras lignificadas y dispuestas en grupos, los cuales se encuentran rodeados por numerosos cristales poliédricos. Dichos grupos se ubican después de la felodermis y antes del floema, es decir, en todo el córtex y parénquima radial (Fig. 5.2 A, C y D).

Fibras: Células de pared gruesa lignificada que forman paquetes de entre 15 y 60 células de amplitud, rodeados por células de parénquima que contienen cristales y dichos paquetes parecen formar bandas tangenciales en el floema secundario, las bandas se interrumpen tangencialmente por el floema colapsado no funcional y radialmente por las células de los radios (Fig. 5.2 E).

Parénquima: Células de forma cúbica y rectangular, visiblemente más grandes que las células del córtex. Se encuentran arregladas irregularmente y en algunos casos son tan abundantes que llegan a rodear los tejidos del floema. Presentan abundante contenido citoplásmico y cristales (Fig. 5.2 A y E).

Floema funcional: Formado por células del tubo criboso de forma ovalada arreglados en bandas tangenciales con una longitud de 3 a 7 células y con 2 células de ancho, forman estratos. Se distinguen algunas placas cribosas (Fig. 5.2 E).

Floema no funcional: Formado por células colapsadas que forman una banda tangencial gruesa, interrumpida continuamente por las células de los radios. El colapso de estas células disminuye notablemente hacia la zona del cámbium vascular (Fig. 5.2 E).

Radios del floema: Formados por células de parénquima rectangulares arregladas radialmente y con paredes delgadas. Se encuentran formando hileras radiales de 2 a 3 células de amplitud (Fig. 5.2 E).

Tejido de expansión: Formados por células de radio que se expanden desde el cámbium vascular hasta el córtex, llevando una dirección irregular. La disposición de los radios varía entre las muestras ya que algunos son amplios pero escasos y otros delgados y numerosos. La altura varía dependiendo de la amplitud de la corteza.

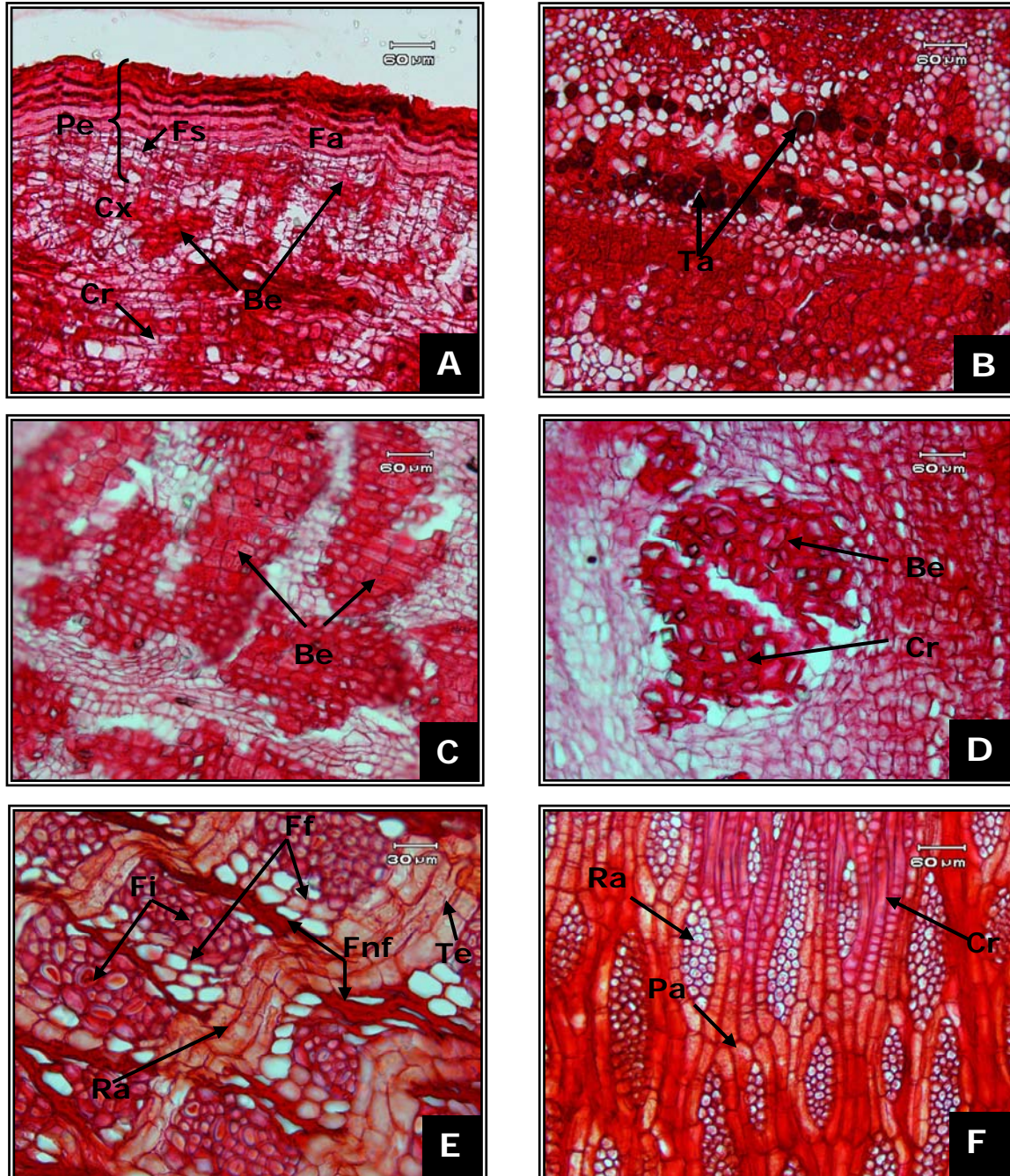


Fig. 5.2. Corteza del Grupo 1 del mercado. **A.** Corte transversal. **B.** Corte radial. Taninos sobre el córtex. **C.** Corte transversal. Grupos de braquiesclereidas dispersas. **D.** Corte transversal. Grupo de braquiesclereidas con cristales a su alrededor. **E.** Corte transversal. **F.** Corte tangencial. Cristales en cadenas. Parénquima que rodea a los radios y Radios.
 Peridermis (*Pe*), Felema (*Fa*), Felodermis (*Fs*), Córtex (*Cx*), Braquiesclereidas (*Be*), Parénquima (*Pa*), Taninos (*Ta*), Cristales (*Cr*), Fibras (*Fi*), Floema funcional (*Ff*), Floema no funcional (*Fnf*) y Radios (*Ra*). Tejido de expansión (*Te*).

GRUPO 2

a) Caracteres macroscópicos

Color: Amarillento a café ligeramente oscuro (Fig. 5.3).

Textura de la corteza externa: Granulosa.

Textura de la corteza interna: Fibrosa.

Tipo: Liso.

Olor: Aromático.

Sabor: Amargo.

Espesor total de la corteza: De 4 a 8 mm.

Exudados: No se observaron en muestras secas.

Otras características: Muy ligeramente acostillado.



Fig. 5.3. Corteza del mercado que pertenece al Grupo 2. Se muestra el color café medianamente oscuro.

b) Caracteres microscópicos

Peridermis: Formada por una capa sin lenticelas aparentes.

Felema: Formada por una capa de 4 a 8 células de amplitud de forma rectangular, de paredes gruesas, suberizadas y colapsadas, arregladas uniformemente (Fig. 5.4 A).

Felógeno: Poco visible en la mayoría de las muestras, sin embargo, en algunas otras se distinguen células alargadas tangencialmente, de 1 a 2 células de amplitud (Fig. 5.4 A).

Felodermis: Constituida por una banda tangencial de 5 a 10 células rectangulares delgadas y arregladas uniformemente. Se observó gran cantidad de cristales poliédricos en las células (Fig. 5.4 A).

Córtex: Formado por una amplia banda de células parenquimáticas, poliédricas. La mayor parte de las células muestra gran contenido citoplásmico y otras con cristales poligonales. El tejido se encuentra delimitado por una característica banda tangencial de braquiesclereidas (Fig. 5.4 A).

Esclerénquima: Formado por braquiesclereidas y fibras. *Braquiesclereidas:* Células grandes isodiamétricas con punteaduras lignificadas y dispuestas en grupos los cuales forman una o más bandas tangenciales continuas y paralelas. Se observan las punteaduras. Se encuentran rodeadas por numerosos cristales poligonales. Las bandas que forman se encuentran ubicadas sólo en el córtex (Fig. 5.4 C).

Fibras: Células de pared gruesa lignificada que forman grupos de entre 20 y 40 células los cuales se encuentran rodeados por células de parénquima que contienen cristales. (Fig. 5.4 B).

Parénquima: Integrado por abundantes células de forma irregular a poligonal, presentan mucho contenido citoplásmico y su organización es irregular. Este tejido se encuentra entre la banda de braquiesclereidas y el floema secundario (Fig. 5.4 D).

Floema funcional: Formado por células del tubo criboso, ovaladas formando bandas tangenciales de 2 a 4 células de longitud y 2 células de ancho (Fig. 5.4 B). En algunas muestras se observaron placas cribosas.

Floema no funcional: Formado por células colapsadas que forman una banda tangencial gruesa que es interrumpida ocasionalmente por las células de los radios. El colapso de estas células disminuye hacia el área del cámbium vascular (Fig. 5.4 B).

Radios del floema: Formados por células rectangulares de pared delgada que forman una banda radial de 2 a 3 células de amplitud. Algunos radios se encuentran rodeados por cristales poliédricos (Fig. 5.4 B y D).

Tejido de expansión: Su dilatación radial comienza desde el cámbium vascular hasta el córtex. Su disposición varía, según su amplitud y dirección. Al igual que en el grupo 1, en algunas muestras, el tejido de observa muy amplio y de distribución escasa y en otros un delgados pero numerosos. (Fig.5.4 C).

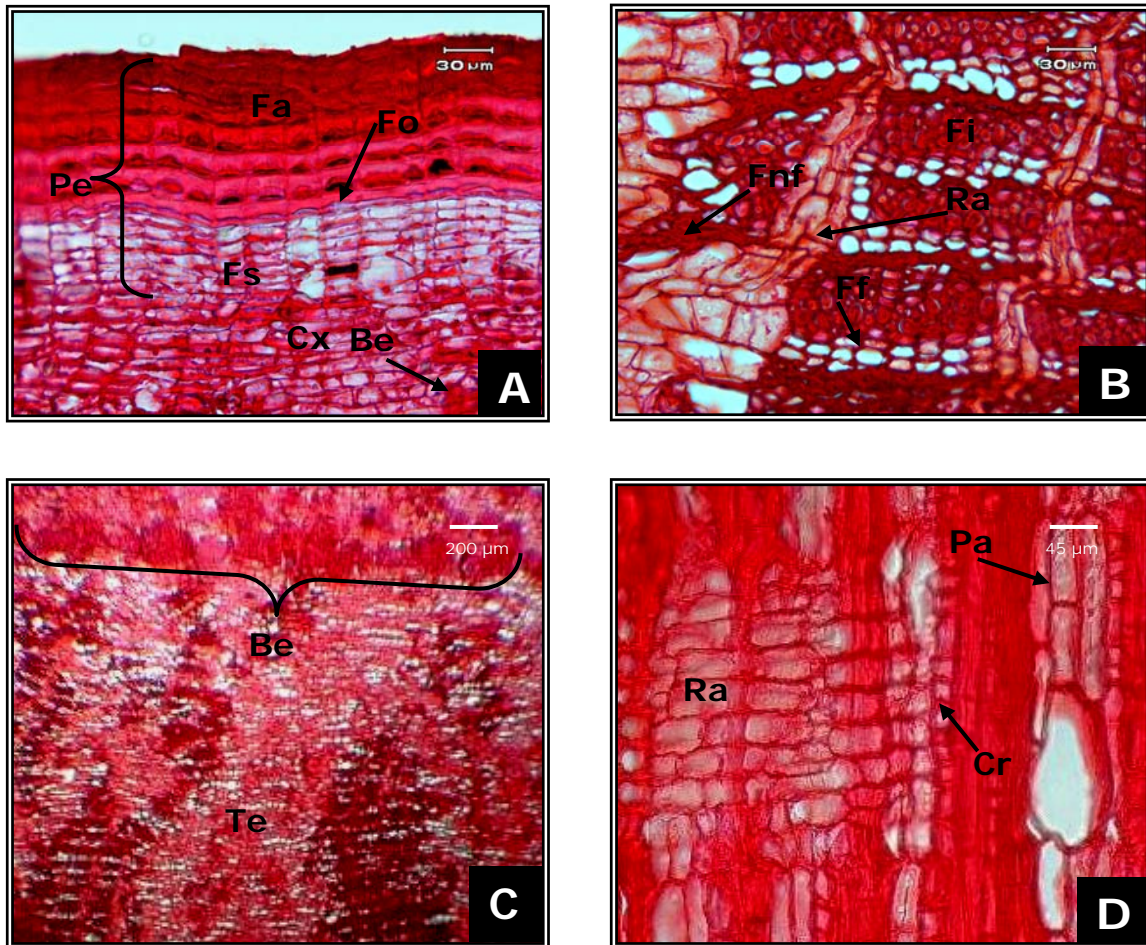


Fig. 5.4. Corteza del Grupo 2 del mercado. **A, B y C.** Cortes transversales **C.** Radios que forman el tejido de expansión y banda de braquiescleridas. **D.** Corte radial. Cristales que forman cadenas alrededor de los radios.
 Peridermis (*Pe*), Felema (*Fa*), Felodermis (*Fs*), Felógeno (*Fo*), Córtex (*Cx*), Braquiescleridas (*Be*), Parénquima (*Pa*), Cristales (*Cr*), Fibras (*Ff*), Floema funcional (*Ff*), Floema no funcional (*Fnf*), Radios (*Ra*) y Tejido de expansión (*Te*).

5.4 Descripción anatómica de la corteza de *Guaiacum coulteri*

a) Caracteres macroscópicos:

Color: Verde grisáceo (Fig. 5.5 A).

Textura de la corteza externa: Escamosa con fondo liso.

Textura de la corteza interna: Granulosa o escamosa.

Tipo: Escamas en forma de concha que dejan una depresión (Fig. 5.5 B).

Olor: Ligeramente aromático.

Sabor: Ligeramente amargo.

Grosor total de la corteza: De 1.5 hasta 4 mm.

Exudados: No se observaron en muestras secas.

Otras características: Escamas irregulares de forma circular a elipsoide. Presenta pequeñas y escasas lenticelas poco apreciables.

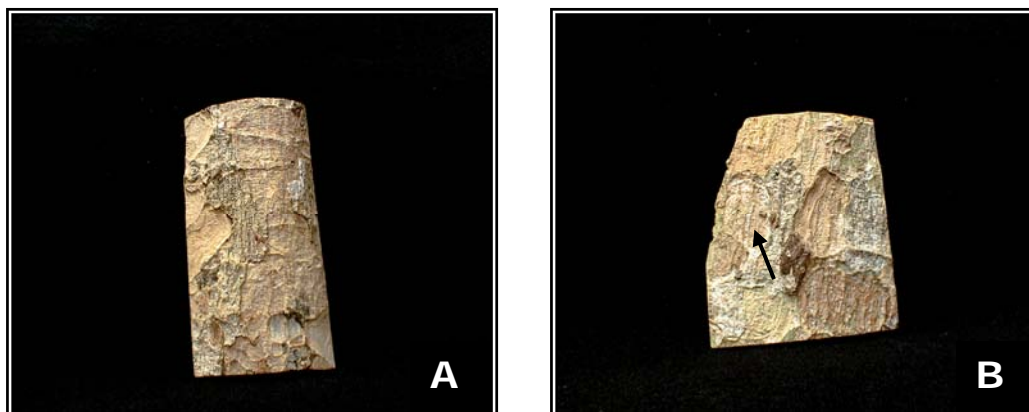


Fig. 5.5. Corteza de *G. coulteri*. Muestra algunos aspectos como la textura granulosa y el tipo escamoso. Las escamas son irregulares y elipsoides (flecha).

b) Caracteres microscópicos:

Peridermis: De una sola capa con algunas lenticelas.

Felema: Formada por una capa de 3 a 5 células cuadradas acomodadas uniformemente. De paredes muy gruesas y suberificadas (Fig. 5.6 A).

Felógeno: Formado por una banda de una sola célula de amplitud, alargada de forma rectangular y de paredes delgadas (Fig. 5.6 A).

Felodermis: Formada por una banda tangencial de 3 a 4 células de amplitud, cúbicas y más pequeñas que las del felema. Tienen paredes delgadas. Se encuentran arregladas uniformemente. No se aprecia mucho contenido citoplásmico (Fig. 5.6 A).

Córtex: Formado por una amplia banda de células parenquimáticas cuadradas, arregladas uniformemente. Presentan abundante contenido citoplásmico. En la parte basal del tejido hacia el cámbium vascular, se encuentran algunos grupos de esclereidas y algunos cristales estiloideos (Fig. 5.6 A).

Parénquima: Sus células son escasas entre el córtex y el floema secundario. Son circulares distinguiéndose por su gran tamaño (Fig. 5.6 B).

Esclerénquima: Formado por esclereidas y fibrotraqueidas.

Esclereidas: Grupos de células muy lignificadas de forma ovalada a circular y en ocasiones poligonales. Se observan las punteaduras. Se agregan en pequeños grupos de 3 o 4 y a cada grupo le rodean algunos cristales estiloideos. Estos grupos se encuentran arreglados tangencialmente formando una banda discontinua y delimitando al córtex (Fig. 5.6 B).

Fibrotraqueidas: Células alargadas de paredes muy gruesas y lignificadas. Las células presentan abundantes punteaduras. Se agregan formando paquetes de 3 a 5 células rodeados por algunas células de parénquima que contienen cristales estiloideos. Dichos paquetes se encuentran delimitados tangencialmente por las células del floema funcional y radialmente por las células de los radios (Fig. 5.6 C).

Floema funcional: Está formado por células del tubo criboso, de forma ovalada a circular en vista transversal. Tangencialmente se encuentran formando bandas tangenciales de 4 a 6 células de longitud y de 2 células de ancho. Muestran abundante contenido citoplásmico (Fig. 5.6 C).

Floema no funcional: Se encuentra formado por una banda tangencial oscura, delgada y continua de células muy aplanadas. Se encuentra entre el floema funcional y los paquetes de fibras (Fig. 5.6 C).

Radios del floema: Formado por células cuadradas y alargadas, arregladas radialmente. Tienen pared delgada y se encuentran formando una delgada hilera de 1 célula de amplitud (Fig. 5.6 D).

Tejido de expansión: No es muy notorio ya que la expansión de las células de los radios es muy ligera sobre el córtex (Fig. 5.6B)

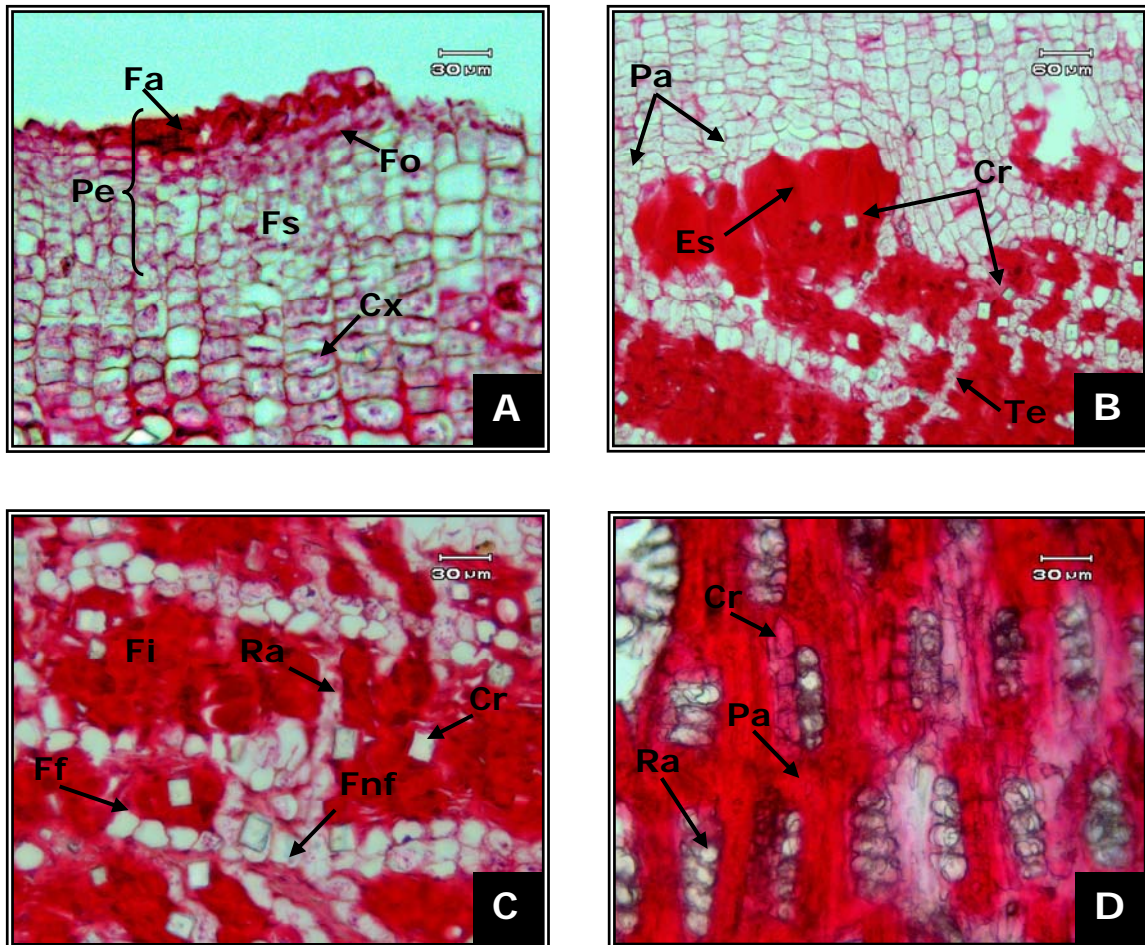


Fig. 5.6. Corteza de *G. coulteri* teñida con safranina. **A, B, C** Corte transversal. **D.** Corte tangencial. Cristales estiloideos entre el parénquima que rodea al radio. Peridermis (*Pe*), Felema (*Fa*), Felógeno (*Fo*), Felodermis (*Fs*), Córtex (*Cx*), Parénquima (*Pa*), Esclereidas (*Es*), Cristales (*Cr*), Fibras (*Fi*), Radios (*Ra*), Floema funcional (*Ff*), Floema no funcional (*Fnf*).

En los cuadros 5.3 y 5.4, se presentan las características anatómicas macroscópicas y microscópicas entre los dos grupos de cortezas del mercado y *G. coulteri*. En dónde se pueden observar con más detalle las diferencias existentes entre las muestras.

Cuadro 5.3 Comparación de características macroscópicas entre los grupos de cortezas de los mercados y *G. coulteri*.

Características macroscópicas	Grupo 1	Grupo 2	<i>G. coulteri</i>
Color	Café-grisáceo	Amarillento a café ligeramente oscuro	Verde grisáceo
Textura de la corteza externa	Granulosa	Granulosa	Escamosa con fondo liso
Textura de la corteza interna	Fibrosa	Fibrosa	Granulosa a escamosa
Tipo	Lisa con ritidoma delgado	Liso	Escamas en forma de concha
Forma de las escamas o placas	No hay	No hay	Irregulares de forma circular a elipsoide
Olor	Ligeramente aromático	Aromático	Ligeramente aromático
Sabor	Amargo	Amargo	Ligeramente amargo
Grosor total de la corteza	De 6 a 10 mm	De 4 a 8 mm	De 1.5 hasta 4 mm
Otras características	Esclereidas visibles en el córtex con aspecto de manchas claras	Muy ligeramente acostillado	Escamas irregulares de forma circular a elipsoide

Cuadro 5.4 Comparación de características microscópicas entre los grupos de cortezas de los mercados y *G. coulteri*.

Características microscópicas	Grupo 1	Grupo 2	<i>G. coulteri</i>
Capas de peridermis	Sin lenticelas aparentes	Sin lenticelas aparentes	Una sola capa con lenticelas
Amplitud del felema	De 14 a 30 células	De 4 a 6 células	De 3 a 5 células
Felógeno	No es visible	Poco visible Capa de 2 células de amplitud	Visible Capa de 1 célula de amplitud
Amplitud y contenidos de la felodermis	De 4 a 6 células Abundantes cristales poliédricos	De 5 a 10 células. Abundantes cristales poliédricos	De 3 a 4 células Sin cristales
Contenidos del córtex	Abundantes cristales poliédricos	Cristales poliédricos	Con pocos cristales estiloideos
Parénquima	Abundante Con mucho contenido citoplásmico	Abundante Con mucho contenido citoplásmico.	Muy escaso Con poco contenido citoplásmico
Tipo de esclerénquima	Grupos de braquiesclereidas dispersos por todo el córtex Paquetes de 15 a 60 fibras	Grupos de braquiesclereidas que forman bandas tangenciales sobre el córtex Paquetes de 20 a 40 fibras	Grupos de esclereidas que forman una banda discontinua Fibrotraqueidas septadas con punteaduras que forman paquetes de 3 a 5 células

Continuación.

Ancho y largo de las capas del floema funcional	2 células de ancho 3 a 7 células de largo	2 células de ancho 2 a 4 células de largo	2 células de ancho 4 a 6 células de largo
Amplitud de las células de los radios del floema	2 a 3 células	2 a 3 células	1 célula
Amplitud del tejido de expansión	Variante. Principalmente se expande hasta el córtex	Variante. Principalmente expandido hasta el córtex	Muy ligera Casi sin expansión sobre el córtex

El cuadro anterior (5.4) muestra que las diferencias existentes entre los dos grupos de cortezas del mercado y *G. coulteri* son notables desde los caracteres macroscópicos en aspectos como el color, tipo, forma, espesor y características particulares. En los caracteres microscópicos, las diferencias más notables son: La amplitud del felema, los contenidos de la felodermis, las estructuras y contenido del córtex, el tipo de esclerénquima, la cantidad de parénquima, amplitud de los radios del floema y los tejidos de expansión.

5.5 Descripción anatómica de la madera del guayacán de mercado.

GRUPO 1

a) Caracteres macroscópicos:

Color: Amarillo claro (Fig.5.7 A).

Textura: Lisa.

Olor: Aromático.

Sabor: Ligeramente amargo.

Otras características: En plano tangencial se observan bandas tangenciales de parénquima muy visibles. Los poros son poco apreciables a simple vista. (Fig.5.7 B).

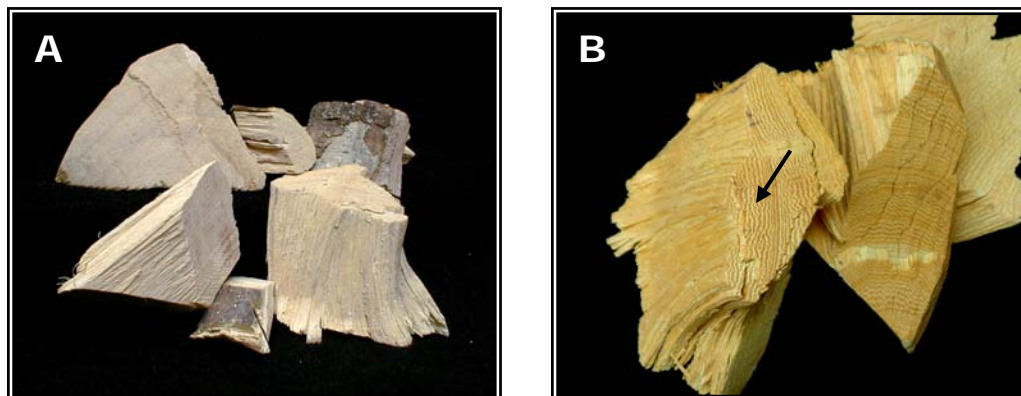


Fig. 5.7. Madera del mercado que pertenece al Grupo 1. Se muestran algunos aspectos morfológicos como: Color amarillo, textura lisa y ligera apreciación de algunos poros (flecha).

b) Caracteres microscópicos

Vasos: Porosidad difusa, con poros de contorno ovalado y circular. Se encuentran principalmente en agregados radiales de 2 y 3 y algunos solitarios. Son escasos, con 3 poros/mm² y medianos con un diámetro tangencial de 116 μm (86-160 μm) en promedio (Fig. 5.8 A y B). Los elementos de vaso son cortos con longitud promedio de 221 μm (148-309 μm) (Fig. 5.8 E). Placa de perforación simple con inclinación de 30 a 45° (Fig. 5.8 D). Punteaduras intervasculares; de vaso a radio diminutas y alternas con 6 μm de diámetro.

Parénquima Axial: Paratraqueal en abundantes bandas confluentes y vasicéntrico de una hilera de células (Fig. 5.8 A, B y C). Cada banda tiene 6 capas celulares de amplitud en promedio. Con series de 4 células por segmento (Fig. 5.8 C). Contienen cristales poliédricos.

Parénquima Radial. Los radios son muy numerosos de 14/mm en promedio, heterocelulares tipo III, principalmente biseriados y en menor cantidad triseriados (Fig. 5.8 C). Son extremadamente bajos, con una altura promedio de 154 μm (123-205 μm). Formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en ambos márgenes (Fig. 5.8 D).

Fibras: Tipo libriforme, moderadamente cortas, con longitud promedio de 811 μm (494-1087 μm). Paredes gruesas con 3 μm de espesor y 9 μm de diámetro tangencial (Fig. 5.8 B, E y F).

Otras características: Se presenta estratificación total de parénquima, vasos y radios, con 6 líneas/mm (Fig. 5.8 C).

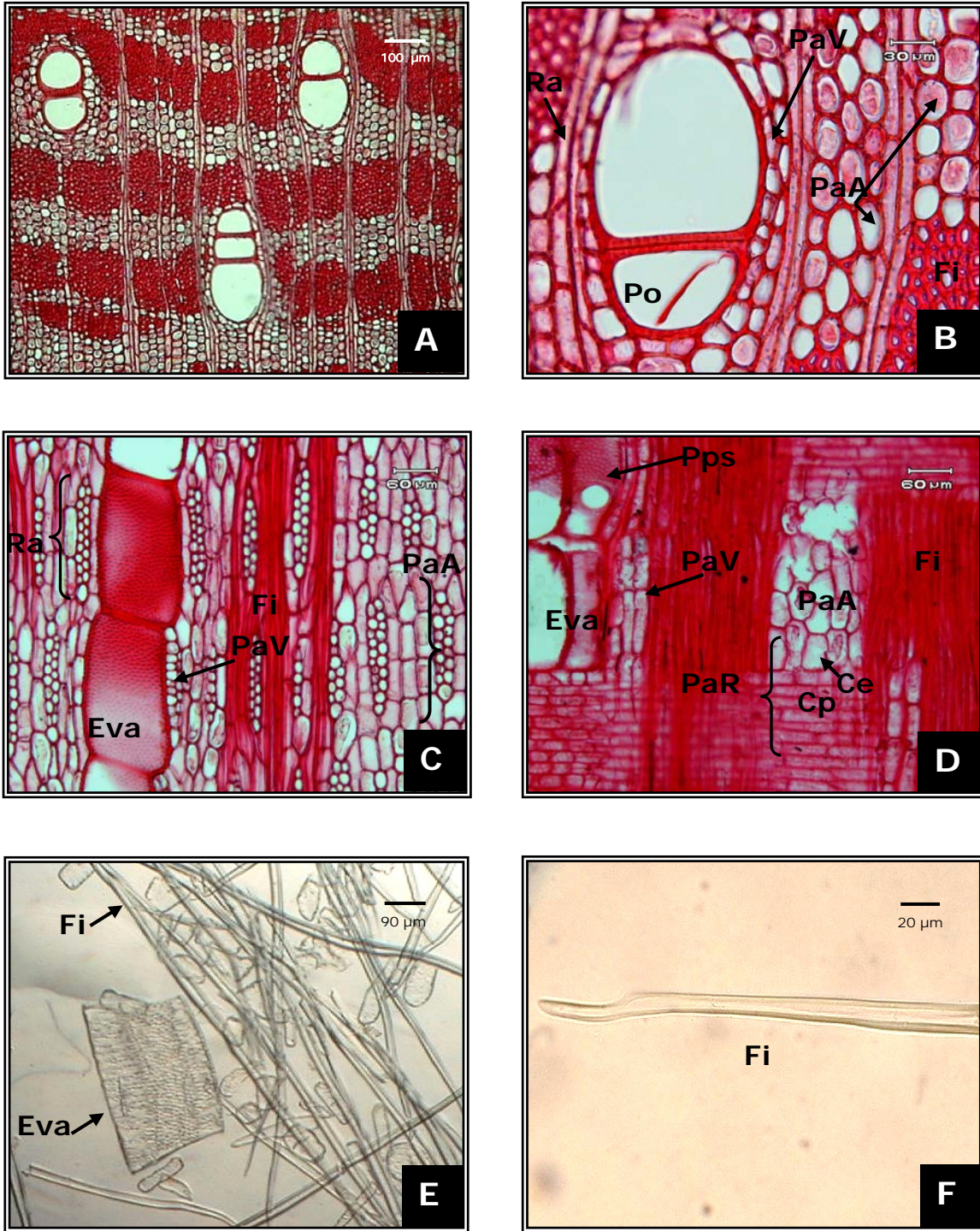


Fig. 5.8. Cortes de madera de las muestras de mercado del Grupo 1. Tinción con safranina. **A** y **B.** Cortes transversales. Porosidad difusa. Abundantes bandas confluentes del parénquima axial. Poros de contorno ovalado y circular en agregados de 2 y 3. **C.** Corte tangencial. Muestra 4 células del parénquima axial. **D.** Corte radial. Placa de perforación simple. **E.** Disociado. Elemento de vaso y fibras. **F.** Fibra. Parénquima axial (*PaA*), parénquima vasicéntrico (*Pav*), radios (*Ra*), poros (*Po*), fibras (*Fi*), parénquima radial (*PaR*), elementos de vaso (*Eva*), placa de perforación simple (*Pps*), células erectas (*Ce*) y células procumbentes (*Cp*).

GRUPO 2

a) Caracteres morfológicos:

Color: Amarillo claro (Fig. 5.9).

Textura: Lisa.

Olor: Ligeramente aromático.

Sabor: Ligeramente amargo.

Otras características: Las bandas del parénquima son visibles y los poros son poco apreciables a simple vista.

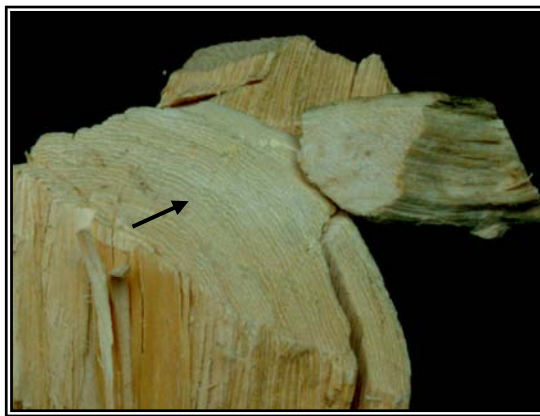


Fig. 5.9. Madera del mercado que pertenecen al Grupo 2. Se muestran algunos aspectos morfológicos como: Color amarillo claro, textura lisa y ligera apreciación de las bandas parenquimáticas (flecha).

b) Caracteres microscópicos:

Vasos: Porosidad semianular a difusa, con poros circulares y ovalados, principalmente solitarios, algunos en agregados radiales, otros en racimos de 2 y 3 células y escasos de 4 y 5 células (Fig. 5.10 A y B). Son moderadamente numerosos con 12 poros/mm² y medianos con un diámetro tangencial de 105 μm (74–136 μm) en promedio (Fig. 10 A). Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 175 μm (111-247 μm). Placa de perforación simple con inclinación de 15 a 45°. Punteaduras intervasculares y de vaso a radio diminutas y alternas, con 6 μm de diámetro (Fig.10 E y F).

Parénquima Axial: Paratraqueal en bandas. Cada banda con 6 a 8 capas celulares de amplitud en promedio. Principalmente con series de 2 células por segmento. Ocasionalmente con células fusiformes. Contienen abundantes cristales poliédricos (Fig. 10 A, B y C).

Parénquima Radial: Los radios son numerosos de 12/mm en promedio, homocelulares, principalmente biseriados y escasamente triseriados. Formados por células procumbentes. Son extremadamente bajos, con una altura promedio de radios de 137 μm (98–173 μm) (Fig. 10 C y D).

Fibras: Tipo libriforme, moderadamente cortas, con longitud promedio de 876 μm (703-1235 μm). Paredes gruesas con 3 μm de espesor y 8 μm de diámetro tangencial (Fig. 10 B).

Otras características: Se presenta estratificación total de parénquima, vasos y radios, con 8 líneas/mm. Parénquima con cristales poliédricos.

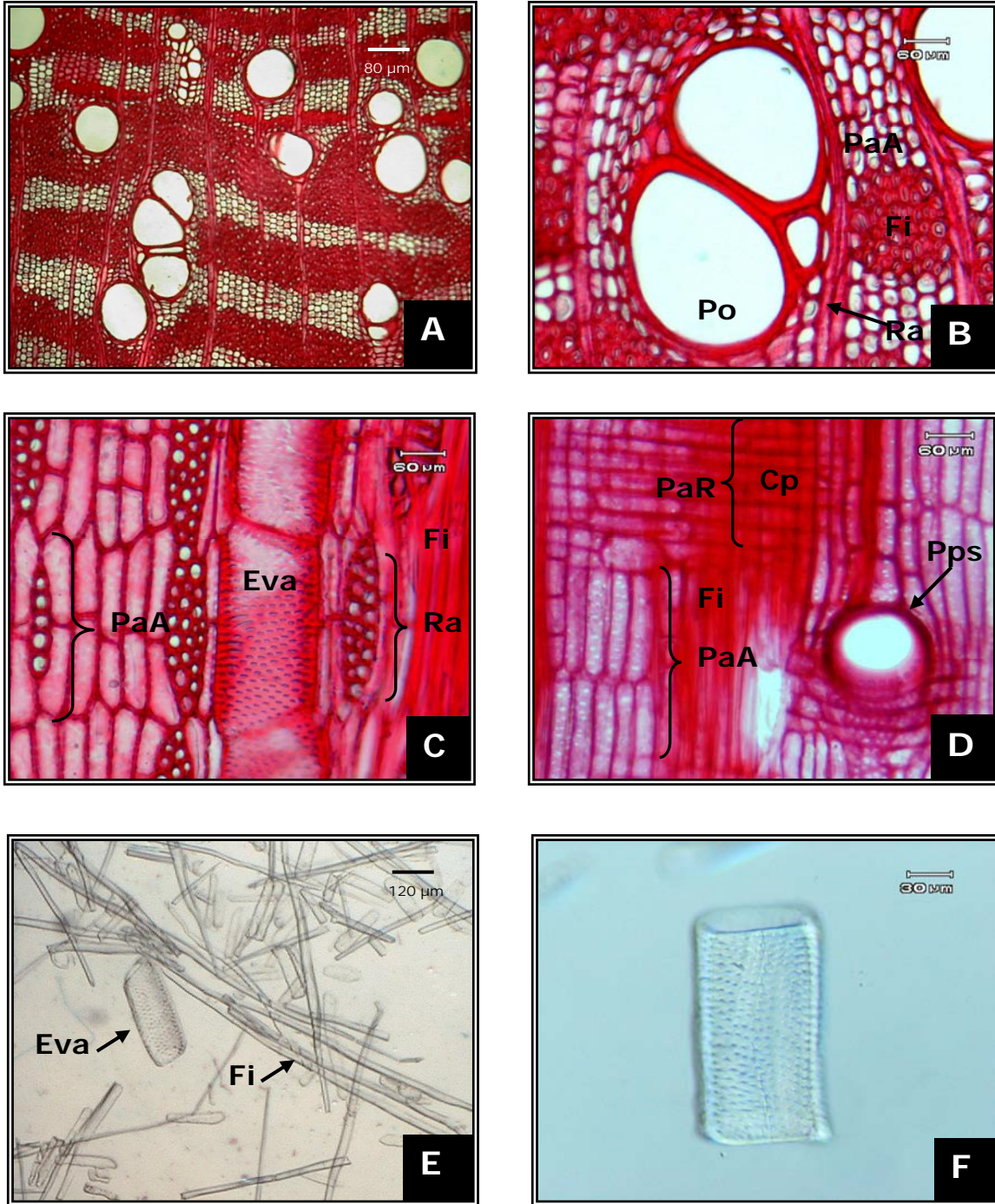


Fig. 5.10. Cortes de madera de las muestras de mercado del Grupo 2, teñidos con safranina. **A y B.** Cortes transversales. Porosidad difusa. Abundantes bandas confluentes que forman el parénquima axial. Poros circulares y ovalados. Algunos solitarios y otros formando agregados de tres. **C.** Corte tangencial. Muestra las 2 células del parénquima axial. **D.** Corte radial. Muestra la placa de perforación simple (*Pps*), parénquima radial (*PaR*) y células procumbentes (*Cp*). **E.** Disociado. Elemento de vaso, fibras y células de parénquima. **F.** Elemento de vaso con punteaduras intervasculares.

Parénquima axial (*PaA*), radios (*Ra*), poros (*Po*), fibras (*Fi*), elementos de vaso (*Eva*), placa de perforación simple (*Pps*), parénquima radial (*PaR*) y células procumbentes (*Cp*).

GRUPO 3

a) Caracteres morfológicos:

Color: Amarillo claro (Fig. 5.11).

Textura: Lisa.

Olor: Sin olor.

Sabor: Sin sabor

Otras características: En sección transversal es homogénea, sin que se noten fácilmente los poros o las bandas de parénquima.

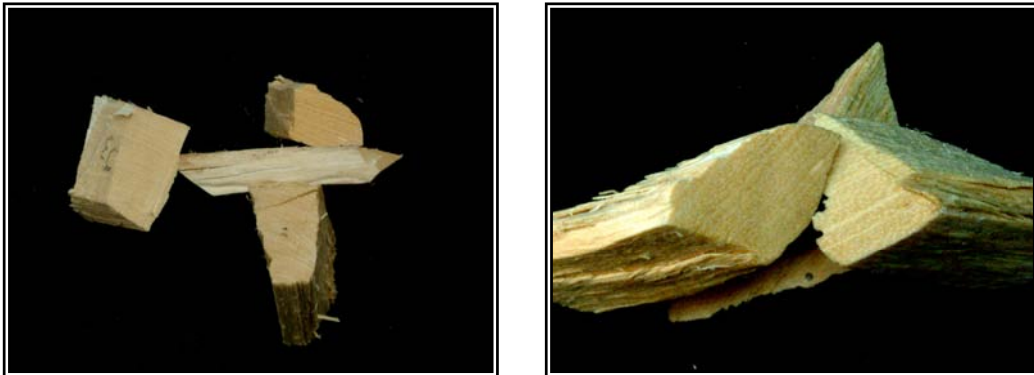


Fig.5.11. Madera del mercado que pertenece al Grupo 3. Se muestran algunos aspectos morfológicos como: Color amarillo claro y la homogeneidad en color y morfología.

b) Caracteres microscópicos:

Vasos: Porosidad difusa con poros ovalados. Se encuentran principalmente solitarios y escasos agregados radiales de 2, 3 y hasta 4 células. (Fig. 5.12 A). Son moderadamente numerosos con 9 poros/mm² en promedio y pequeños con un diámetro tangencial de 70 μm (62-86 μm) en promedio (Fig. 5.12 A y B). Los elementos de vaso son cortos con longitud promedio de 227 μm (148-309 μm). Placa de perforación simple con inclinación de 45°. Punteaduras intervasculares y de vaso a radio diminutas y alternas con 4 a 5 μm de diámetro (Fig. 5.12 E).

Parénquima Axial: Paratraqueal de distribución aliforme y marginal escaso, en bandas de 3 a 6 células de amplitud. Con series de 2 a 4 células. Se observan grandes cristales poliédricos arreglados en cadena. (Fig. 5.12 B y C).

Parénquima Radial: Los radios son abundantes de 17/mm, homocelulares, principalmente triseriados y tetraseriados, algunos de mayor tamaño. Formados por células procumbentes. Radios extremadamente bajos con una altura promedio de 385 μm (495-253 μm) (Fig. 5.12 B, C y D).

Fibrotraqueidas: Tipo libriforme, largas con longitud promedio de 774 μm (518-988 μm). Paredes delgadas con 3 μm de espesor y 11 μm de diámetro tangencial en promedio. Presentan punteaduras (Fig. 5.12 C, D, E y F).

Otras características: No hay estratificación entre elementos. Se observan anillos de crecimiento debido al parénquima marginal. Canales intercelulares de origen traumático con goma, evidentes en algunas zonas del xilema, alineados en bandas tangenciales (Fig. 5.12 A).

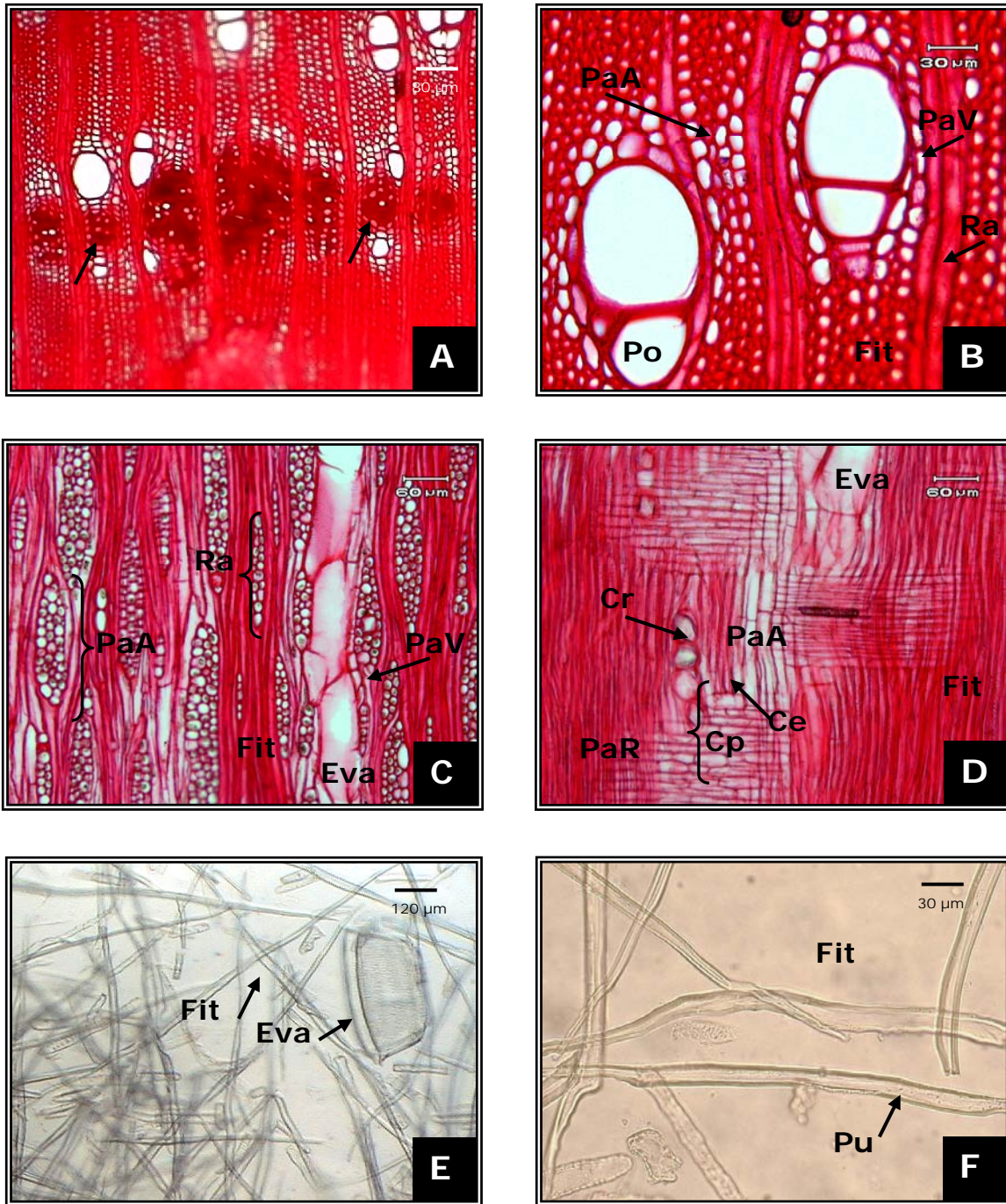


Fig. 5.12. Cortes de madera de las muestras de mercado del Grupo 3, teñidos con safranina. **A.** Corte transversal. Porosidad difusa. Conductos de goma de origen traumático (flechas). **B.** Corte transversal. Distribución aliforme y marginal del parénquima axial. Poros de contorno ovalado y agregados. **C.** Corte tangencial. Muestra las 2 células del parénquima axial. **D.** Corte radial. Parénquima radial con células procumbentes y erectas. **E.** Disociado. Elemento de vaso, fibrotraqueidas y células de parénquima. **F.** Fibrotraqueidas con punteaduras. Parénquima axial (*PaA*), parénquima vasicéntrico (*PaV*), radios (*Ra*), poros (*Po*), elementos de vaso (*Eva*), radios (*Ra*), fibrotraqueidas (*Fit*), células procumbentes (*Cp*), células erectas (*Ce*), cristales (*Cr*), punteaduras (*Pu*).

5.6 Descripción anatómica de la madera de *Guaiaacum coulteri*

a) Caracteres morfológicos

Color: Amarillo (Fig. 5.13).

Textura: Lisa.

Olor: Sin olor.

Sabor: Ligeramente amargo.

Otras características: Crecimiento irregular. Hilo entrecruzado en dirección de los elementos axiales (fibras y vasos). Dibujo y vetado irregular. Contraste entre albura (amarillo) y duramen (café verdoso).

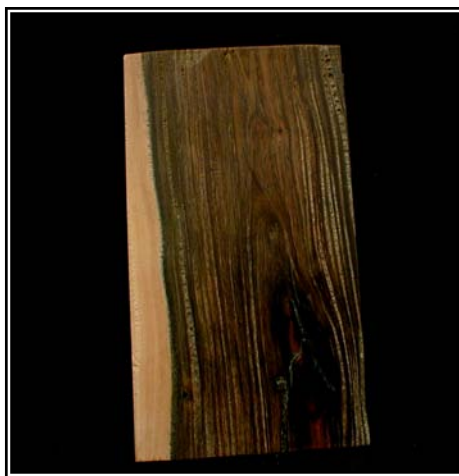


Fig. 5.13. Madera de *Guaiaacum coulteri*. Muestra el color amarillo de la albura y el color café verdoso del duramen.

b) Caracteres microscópicos

Vasos: Porosidad difusa ligeramente semianular, forma del poro ovalado, solitarios, sin agregación (Fig. 5.14 A y B). Son numerosos con 35 poros/mm² y pequeños con un diámetro tangencial de 98 μm (74-123 μm) en promedio.

Los elementos de vaso son cortos con longitud promedio de 140 μm (86-185 μm). Placa de perforación simple con una inclinación de 15°. Punteaduras intervasculares y de vaso a radio diminutas, alternas, areoladas y con 4 a 6 μm de diámetro (Fig. 5.14 D).

Parénquima Axial: Paratraqueal escaso de distribución aliforme y confluyente con 1 o 2 células de amplitud. Con series de 2 células por segmento. Contienen cristales estiloideos (Fig.14 A y B).

Parénquima Radial: Los radios son muy abundantes de 26/mm en promedio, homocelulares y exclusivamente uniseriados de células procumbentes. Son extremadamente bajos, con una altura promedio de 95 μm (77-123 μm) y cada radio con 3 a 6 células de altura (Fig.14 B y D).

Fibrotraqueidas: Largas con longitud promedio de 811 μm (642-1050 μm). Paredes gruesas con 3 μm de espesor y 9 μm de diámetro tangencial. Presentan abundantes y diminutas punteaduras areoladas (Fig. 5.14 B, C, E y F).

Otras características: Se observa estratificación total de parénquima, vasos y radios, con 13 líneas/mm. Madera muy dura, fuerte y durable (Fig. 14 C).

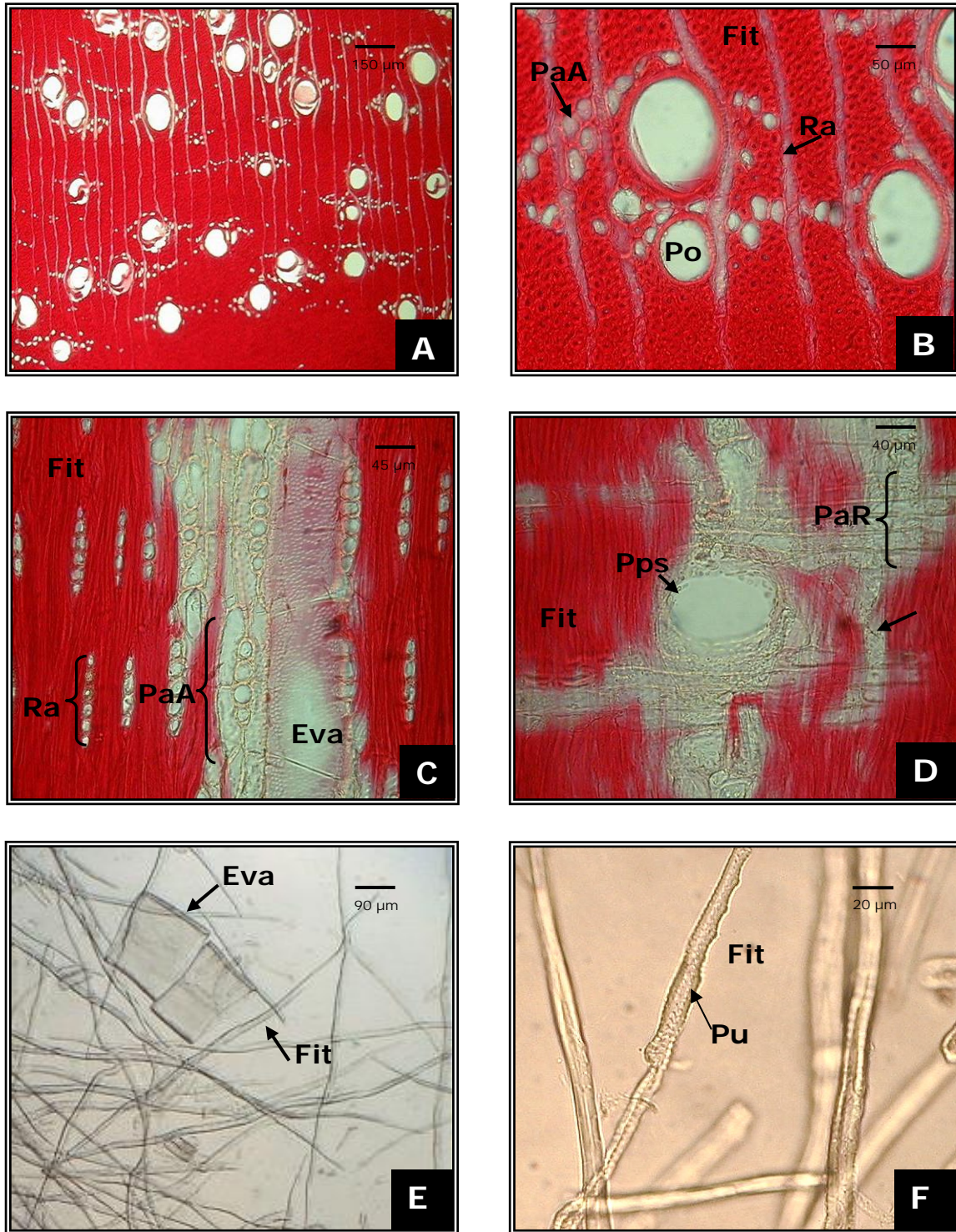


Fig. 5.14. Cortes de la madera de *G. coulteri*, teñidos con safranina. **A.** y **B.** Cortes transversales. Porosidad difusa y semianular. Distribución aliforme y confluyente del escaso parénquima axial. Poros de contorno ovalado y circular. Parénquima axial. **C.** Corte tangencial. Muestra 2 células de parénquima axial. Elementos de vaso. **D.** Corte radial. Parénquima axial y radial. Placa de perforación simple. **E.** Disociado. Elementos de vaso, fibrotraqueidas. **F.** Fibrotraqueidas con abundantes punteaduras. Radios (*Ra*), fibrotraqueidas (*Fit*), parénquima axial (*PaA*), elementos de vaso (*Eva*), radios (*Ra*), parénquima radial (*PaR*), placa de perforación simple (*Pps*), punteaduras (*Pu*).

En los cuadros 5.5 y 5.6, se presentan las características anatómicas macroscópicas y microscópicas entre los dos grupos de cortezas del mercado y *G. coulteri*.

Cuadro 5.5. Comparación de las características macroscópicas entre los tres grupos de maderas del guayacán de los mercados y *G. coulteri*.

Características	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	<i>G. coulteri</i>
Caracteres morfológicos				
Color	Amarillo claro	Amarillo claro	Amarillo claro	Amarillo
Textura	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa
Olor	Aromático	Ligeramente aromático	Sin olor	Sin olor
Sabor	Ligeramente amargo	Ligeramente amargo	Sin sabor	Ligeramente amargo.
Otras características	Bandas tangenciales de parénquima muy visible.	Bandas del parénquima son visibles. Los poros son apreciables a simple vista.	En sección transversal es homogénea en, sin que se noten los poros o las bandas de parénquima.	Crecimiento irregular. Hilo entrecruzado. Contraste entre albura y duramen.

Cuadro 5.6. Comparación de las características microscópicas entre los tres grupos de maderas del guayacán de los mercados y *G. coulteri*.

Características microscópicas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	<i>G. coulteri</i>
Vasos				
Porosidad	Difusa	Semianular a difusa	Difusa	Difusa y ligeramente semianular
Contorno	Ovalado, circular	Circulares y ovalados	Ovalados	Ovalado
Agregación	Radiales de 2 y 3 poros. Algunos solitarios	Principalmente solitarios. Algunos radiales o en racimo de 2 y 3 poros	Principalmente solitarios. Escasos radiales de 2, 3 y hasta 4 poros	Solitarios. Sin agregación
Poros por mm²	3 poros	12 poros	9 poros	35 poros
Diámetro	116 (86-160) μm	105 (74-136) μm	70 (62-86) μm	98 (74-123) μm
Longitud de elementos de vaso	221 (148-309) μm	175 (111-247) μm	227 (148-309) μm	140 (86-185) μm
Placa: Tipo e inclinación	Simple 30 a 45°	Simple 15 a 45°	Simple 45°	Simple 15°
Punteaduras: Tipo y diámetro	Diminutas y alternas 6 μm	Diminutas y alternas 6 μm	Diminutas y alternas 4 a 5 μm	Diminutas, alternas y areoladas 4 a 6 μm

Continuación

Parénquima Axial

Tipo	Paratraqueal vasicéntrico	Paratraqueal en bandas	Paratraqueal escaso	Paratraqueal escaso
Arreglo y amplitud	Bandas confluentes de 6 células de amplitud	Bandas con 6 a 8 células de amplitud	Aliforme y marginal en bandas de 3 a 6 células de amplitud.	Aliforme y confluyente con 1 o 2 células de amplitud.
Células por segmento	4	2	2 a 4.	2
Contenidos	Cristales poliédricos	Cristales poliédricos	Cristales poliédricos muy grandes.	Cristales estiloideos
Otras características	----	Células fusiformes ocasionales	----	----

Parénquima Radial

Abundancia de radios	14/mm	12/mm	17/mm	26/mm
Tipo celular	Heterocelulares tipo III	Homocelulares	Homocelulares	Homocelulares
Seriación	Principalmente biseriados y escasamente triseriados	Principalmente biseriados y triseriados	Principalmente triseriados y tetraseriados.	Sólo uniseriados
Composición celular	Procumbentes en cuerpo y una hilera de erectas en ambos márgenes	Procumbentes	Procumbentes	Procumbentes
Altura	154 (123-205) μm	137 (98-173) μm	385 (495-253) μm	95 (77-123) μm

Fibras

Tipo	Libriforme	Libriforme	Fibrotraqueidas	Fibrotraqueidas
Longitud	811 (494-1087) μm	876 (703-1235) μm	774 (518-988) μm	811 (642-1050) μm
Grosor de la pared	3 μm	3 μm	3 μm	3 μm
Diámetro tangencial	9 μm	8 μm	11 μm	9 μm
Otras Características	Estratificación total de parénquima, vasos y radios 6 líneas/mm	Estratificación total de parénquima, vasos y radios 8 líneas/mm	Sin estratificación Canales intercelulares de origen traumático con goma en zonas del xilema alineados en bandas tangenciales.	Estratificación total de parénquima, vasos y radios 13 líneas/mm

Las principales diferencias anatómicas entre las maderas del mercado y *G. coulteri* se observaron desde la apariencia morfológica y más notoriamente en los caracteres microscópicos como: el número, agregación, diámetro y longitud de vasos; el tipo, arreglo, amplitud y células por segmento, agregación del parénquima axial; abundancia, tipo celular, seriación y altura del parénquima radial; tipo, longitud y diámetro tangencial de las fibras (Cuadro 5.5).

5.7 Descripción histoquímica de las cortezas del guayacán de mercado.

GRUPO 1

a) Schiff: Las capas más externas del felema dan reacción intensa de color marrón por la reacción con los taninos almacenados en citoplasma y pared. Las capas más internas sólo reaccionan en el citoplasma en color morado (Fig. 5.15 A2). La felodermis tiene una reacción mayor en pared y citoplasma al igual que el parénquima del córtex en color púrpura, en el parénquima se observan corpúsculos que pueden ser amiloplastos. Los paquetes de esclereidas no se tiñen (Fig. 5.15 A1); sólo hay leve reacción en la lámina media. En las células que contienen cristales se tiñe solamente su pared celular. Reacción intensa en pared y citoplasma de los radios y del floema funcional. Reacción media en pared y citoplasma del parénquima y fibras (Fig. 5.15 A3). Reacción media en paredes de los elementos del tubo criboso

b) Azul Negro de Naftol: Reacción intensa en color azul en pared y citoplasma del felema, felodermis y córtex el cual muestra abundantes cristales. Se encontraron algunos taninos (Fig. 5.15 B1) y algunas drusas (Fig. 5.15 B2). En el parénquima la tinción es débil y media en el citoplasma de los radios y floema funcional. Fuerte reacción en fibras y el floema no funcional (Fig. 5.15 B3). En las paredes de las esclereidas resaltan las punteaduras. Reacción fuerte en citoplasma de la felodermis (Fig. 5.15 B1).

c) Schiff-Azul Negro de Naftol: Se observó reacción de ambos colorantes para diferentes estructuras. El citoplasma y pared del felema se tiñeron de ambos colorantes sin mezclarse y las células más externas reaccionan preferentemente con Schiff. En la felodermis hubo reacción positiva de ambos colorantes en la pared y solo de azul en el citoplasma, provocando coloración violeta al tejido (Fig. 5.15 C1). En la pared de las células del córtex la reacción fue con ambos y en el citoplasma principalmente con Schiff. El citoplasma y pared del parénquima reaccionó con ambas tinciones; en el último dominó la reacción con Schiff. Las braquiesclereidas se tiñeron de azul (Fig. 5.15 C2). En la pared de los radios hubo reacción dominante de Schiff y de ambos colorantes en el citoplasma. En las fibras se observó reacción dominante del azul en pared y hacia el centro de ambos colorantes sin combinarse. En el floema funcional hubo reacción para ambos en pared y dominando Schiff en el citoplasma. (Fig. 5.15 C3).

d) Rojo "O": Se observó fuerte reacción en pared del felema y media en el citoplasma (Fig. 5.15 D1 y D2). En el citoplasma de las células del córtex se observaron algunos puntos de escasa reacción al igual que en algunas células del parénquima (Fig. 5.15 D3).

e) Cuádruple de Johansen: Las células del felema se tiñen de morado al igual que las células del felógeno. En la felodermis las células de paredes delgadas, no tan suberizadas, se tiñen de azul-morado el citoplasma y las suberizadas de rojo. En algunas células del córtex el citoplasma se tiñe de morado (Fig. 5.15 E1). En las esclereidas se tiñen de rojo brillante las paredes lignificadas (Fig. 5.15 E2). El citoplasma de las células de los radios se tiñen de morado. La pared de las fibras en proceso de lignificación se tiñe de verde y las lignificadas de rojo al igual que las células del parénquima con cristales que rodea a las fibras. En el floema no funcional las paredes de celulosa se tiñen de verde oscuro y algunos restos del citoplasma de color morado. Ocasionalmente se encuentran algunas esclereidas en el floema teñidas de rojo. Las paredes de celulosa del floema funcional se tiñen de verde-naranja y sólo de color verde las paredes del parénquima que rodean a los radios (Fig. 5.15 E3).

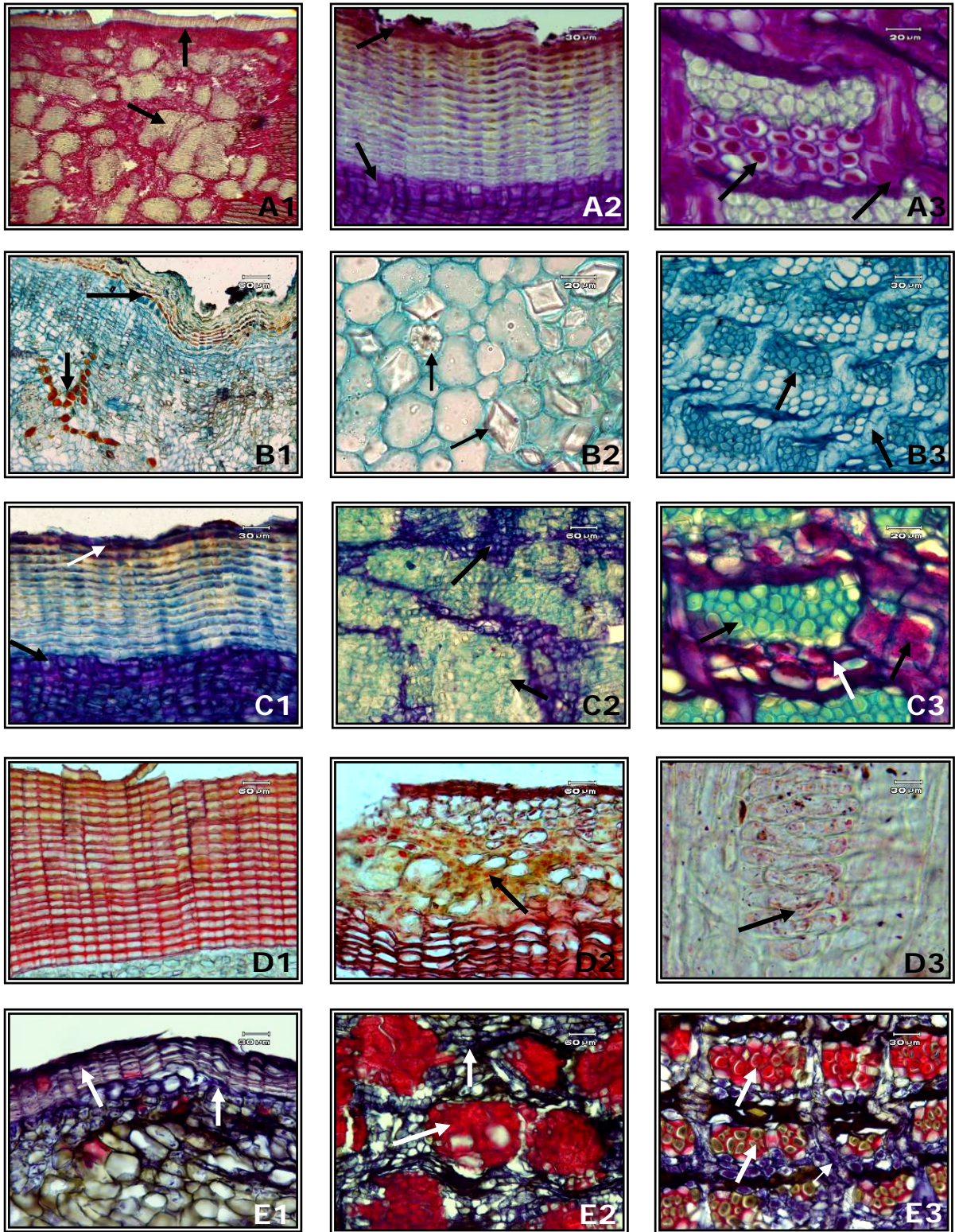


Fig. 5.15. Cortezas del mercado del Grupo 1. **A.** Schiff. Cortes transversales. *A1* Fuerte reacción en la mayoría de los tejidos excepto los grupos de braquiesclereidas y felema. *A2* Reacción en algunas células del felema y más intensa en felodermis. *A3* Reacción en citoplasma del floema funcional y de las células de los radios. Fibras sin reacción. **B.** Azul negro de naftol. Cortes transversales. *B1* Reacción en algunas células del felema y más fuerte en felodermis. Taninos en el córtex y el felema. *B2* Cristales poliédricos y una drusa. *B3.* Reacción intensa del citoplasma del floema funcional, radios y paredes de fibras. **C.** Schiff y azul negro

de naftol. *C1* Reacción del azul en felema. Reacción combinada en felodermis. *C2* Reacción de azul en los grupos de esclereidas y combinada en parénquima. *C3* Reacción al azul en fibras y de Schiff en el floema y radios. **D.** Rojo O. *D1* y *D2* Cortes transversales. Reacción en paredes del felema. y puntos globulares en parénquima. *D3* Corte tangencial. Reacción en células de radio. **E.** Cuádruple de Johansen. Cortes transversales. *E1* Reacción de color morado en felema y de azul en córtex. *E2* Reacción en rojo de los grupos de esclereidas y azul del parénquima. *E3* Reacción en rojo de las fibras y otras verdes. De morado los radios y floema funcional.

GRUPO 2

a) Schiff: Fuerte reacción en citoplasma de felema, córtex sin cristales, contenidos granulados del floema funcional y parénquima (Fig. 5.16 A1). Las esclereidas y células con cristales no se tiñen, sin embargo, existe una leve reacción en las punteaduras de las esclereidas (Fig. 5.16 A2 y A3). Las paredes en el córtex y el citoplasma del parénquima mostraron contenidos corpusculares de aspecto globular. Se observan taninos condensados. Reacción intensa en pared de felodermis, floema funcional y floema no funcional. Mayor reacción en pared y citoplasma de los radios y floema funcional. Se nota poca reacción en citoplasma de fibras.

b) Azul Negro de Naftol: El citoplasma del felema se tiñe en color azul al igual que las paredes de las esclereidas, floema funcional y floema no funcional (Fig. 5.16 B1 y B2). Las células del córtex presentan contenidos citoplásmicos muy evidentes. En algunos cortes se nota la abundancia de cristales en los paquetes y bandas de esclereidas (Fig. 5.16 B2). En cortes radiales se observaron taninos en tejidos cercanos a las esclereidas.

c) Schiff-Azul Negro de Naftol: Las paredes del felema se tiñen de azul y de púrpura. Se ve claramente el felógeno. En la felodermis se observó la reacción intensa del azul en pared y menor en citoplasma. Hubo reacción de ambos colorantes en pared y citoplasma del córtex, dominando la reacción de Schiff (Fig. 5.16 C2). En el parénquima la pared se tiñe de ambos dominando el azul y en el citoplasma reaccionan los dos colorantes sin combinarse. En los radios y floema funcional se tiñen con ambos la pared y el citoplasma dominando la reacción con Schiff. Los restos de citoplasma de las fibras se tiñen con ambos y la pared de las fibras y de las pocas esclereidas libres de cristales se tiñen de azul (Fig. 5.16 C1 y C3).

d) Rojo "O": Se observó fuerte reacción de rojo intenso en paredes del felema, de color naranja rojizo en el citoplasma. En el citoplasma del parénquima se observaron retículos rojos y pequeños contenidos globulares (Fig. 5.16 D1 y D2). En córtex se distinguieron

células alargadas con un contenido denso que podría corresponder a laticíferos. Se observó leve reacción en forma de puntos rojos en el floema funcional y radios (Fig. 5.16 D3).

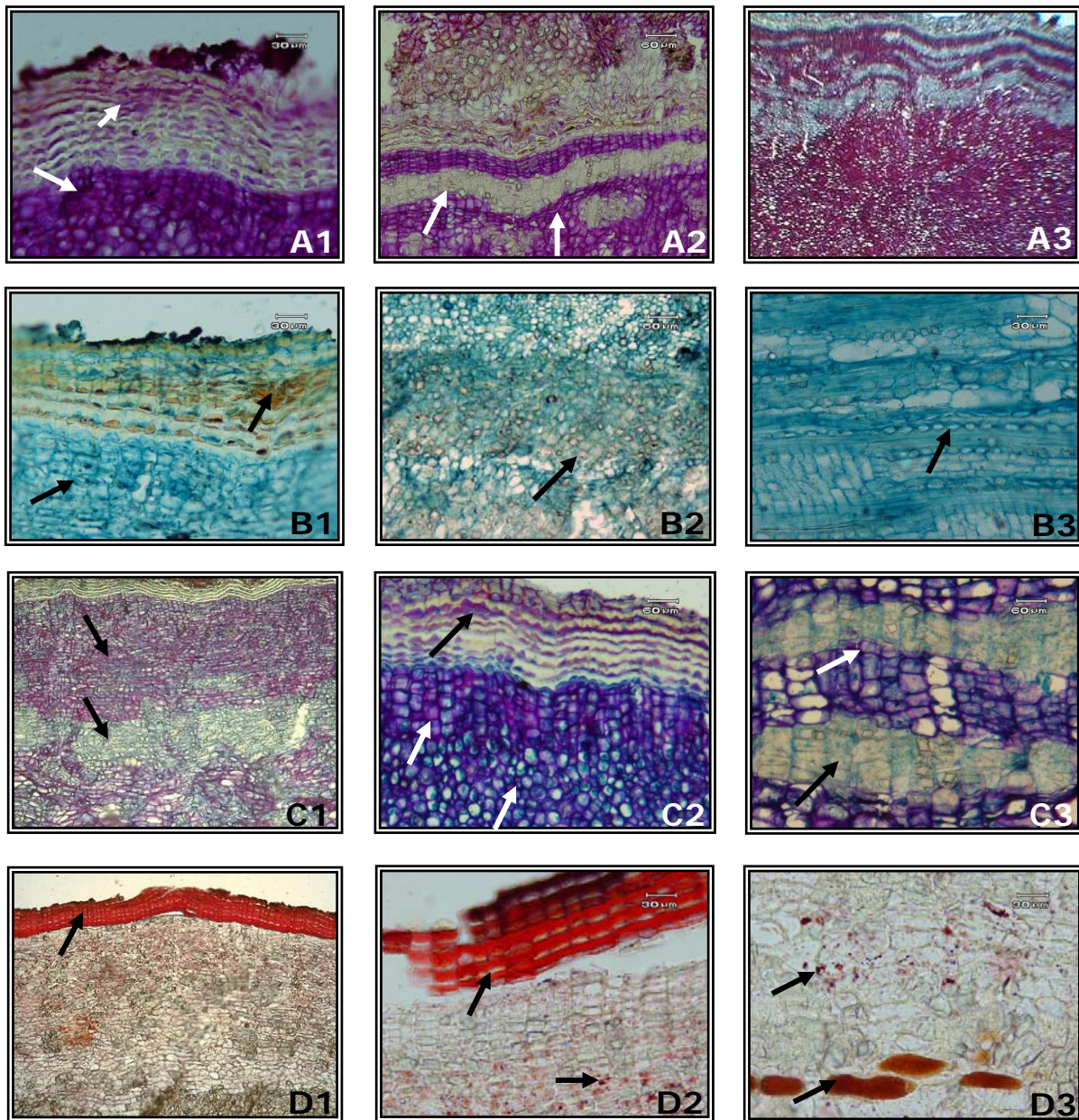


Fig. 5.16. Cortezas del mercado del Grupo 2. **A.** Schiff. Cortes transversales. *A1* Reacción en felodermis y débil en felema. *A2* Reacción en córtex, escasa en felema y nula en banda de braquiesclereidas con cristales. *A3* Reacción en tejido parenquimático. No hay reacción en bandas de esclereidas y muy escasa en felema. **B.** Azul negro de naftol. *B1* Corte transversal. Reacción en felodermis y proteicas del felema. *B2.* Corte transversal. Abundantes cristales poliédricos que rodean a las braquiesclereidas. *B3* Corte radial. Reacción en tejido parenquimático. Cadenas de cristales rodeando a las fibras. **C.** Schiff y azul negro de naftol. Cortes transversales *C1* Reacción combinada fuerte en felodermis, córtex y parénquima. Esclereidas y fibras se tiñen principalmente de azul. *C2* Reacción débil a Schiff en felema. Felodermis y córtex teñidos con ambos. *C3* Bandas de esclereidas teñidas de azul. Córtex reacciona con ambos. **D.** Rojo O. Cortes transversales. *D1* Reacción en felema. *D2* Reacción en paredes suberizadas del felema. Reacción en células del córtex en forma de gránulos. *D3* Reacción en algunas células del parénquima. Taninos con fuerte reacción.

5.8 Descripción histoquímica de la corteza de *Guaiacum coulteri*

a) Schiff: En las células del felema la reacción es muy débil. La felodermis presenta fuerte reacción en citoplasma (Fig. 5.17 A1). Las fibrotraqueidas y esclereidas no presentan reacción por lo que presentan un color amarillento (Fig. 5.17 A3). Las paredes del floema no funcional se tiñen fuertemente. El citoplasma y pared de radios y del parénquima presentan fuerte reacción. Las punteaduras de las fibrotraqueidas presentan ligera reacción (Fig. 5.17 A2).

b) Azul Negro de Naftol: En el citoplasma de la felodermis se encuentran inclusiones granulares y altos contenidos gomosos (Fig. 5.17 B1). Fuerte reacción en pared de todas las estructuras celulares a excepción de las paredes de esclereidas donde hay muy ligera reacción teñida de verde azulado. Destacan los cristales que se encuentran entre las fibrotraqueidas y los que se encuentran de manera abundante por todo el tejido (Fig. 5.17 B2y B3).

c) Schiff-Azul Negro de Naftol: Se distingue la reacción con Schiff en el citoplasma de la felodermis que contrasta con la reacción en azul de la pared celular (Fig. 5.17 C1). Los restos de citoplasma de las fibrotraqueidas y esclereidas reaccionan con azul. Las paredes del floema no funcional se tiñen con ambos colorantes. Se destacan las células que contienen cristales por que no se tiñen y sólo se tiñen las paredes (Fig. 5.17 C2 y C3).

d) Rojo "O": Hay reacción en paredes del felema y en el citoplasma de la felodermis en forma de pequeños corpúsculos al igual que en citoplasma del parénquima y de radios de la parte basal (Fig. 5.17 D1). En el corte tangencial se observa la reacción mucho más fuerte en células de los radios dilatados (Fig. 5.17 D2 y D3).

e) Cuádruple de Johansen: La pared suberizada del felema se tiñe de rojo. Las células primarias de la felodermis contienen proteína por lo que se tiñen de azul oscuro (Fig. 5.17 E1). Las paredes de todas las células del parénquima y células de los radios, se tiñeron de morado y azul fuerte lo que indica presencia de proteínas y sus citoplasmas son teñidos de naranja (Fig. 5.17 E3). Las fibrotraqueidas se tiñen de rojo y las esclereidas se tiñen de rosa brillante a rojo que indica presencia de lignina en sus paredes (Fig. 5.17 E2). La pared del floema funcional se tiñe de verde oscuro y el citoplasma de naranja-verde. (Fig. 5.17 E6).

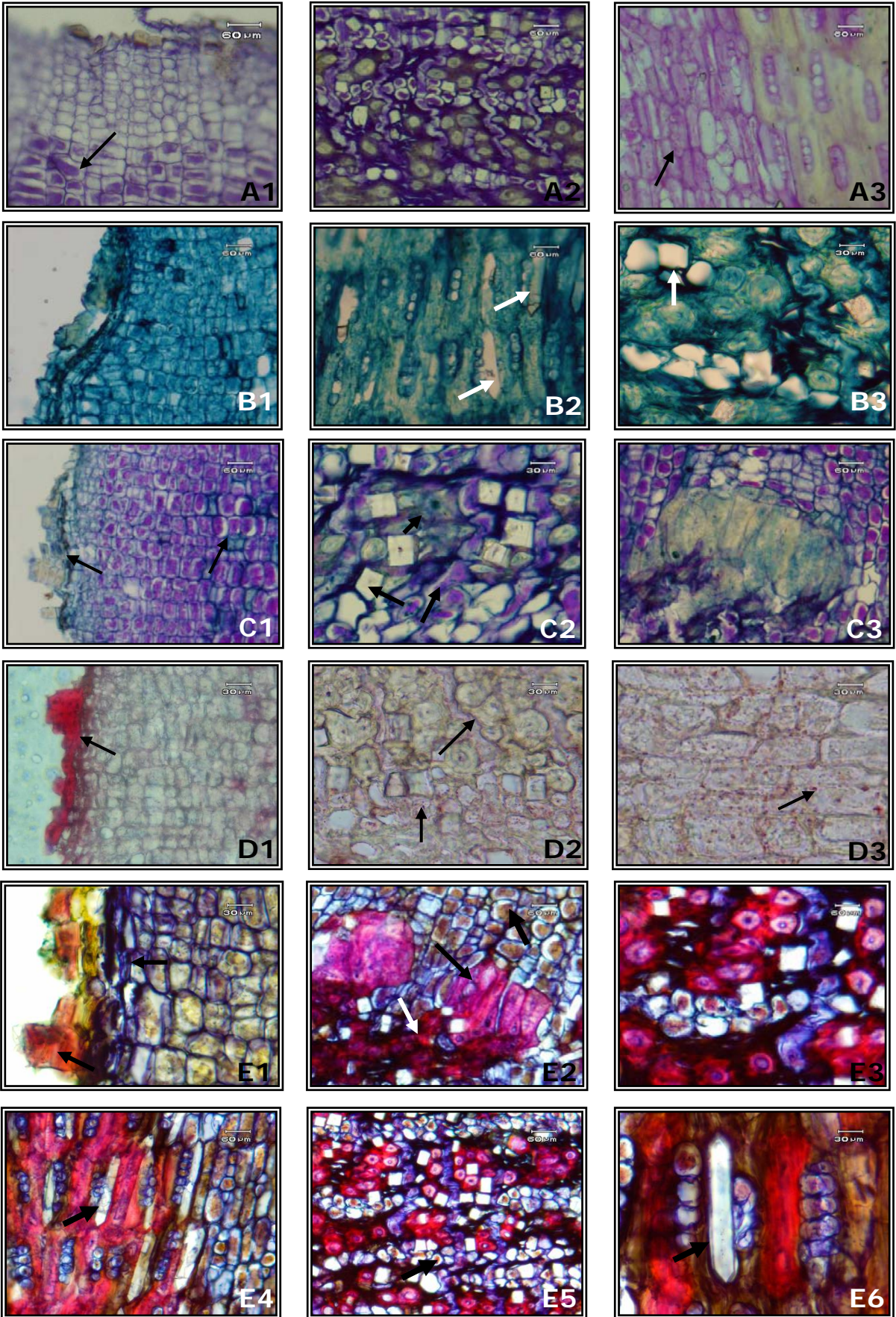


Fig. 5.17. Tinciones de la corteza de *G. coulteri*. **A.** Schiff. *A1* Corte transversal. Reacción en citoplasma del córtex y más débil en restos del felema. *A2* Corte transversal. Reacción en células de los radios, floema funcional y no funcional en morado. Las fibrotraqueidas y cristales no se tiñen. *A3* Corte tangencial. Reacción en parénquima y muy débil en células de los radios. Las fibrotraqueidas se tiñen de amarillo. **B.** Azul negro de naftol. *B1* Corte transversal. Reacción fuerte de todas las células de la peridermis. *B2* Corte tangencial. Cristales estiloideos entre las células del parénquima. *B3* Corte transversal. Fuerte reacción en radios. El floema funcional no reaccionó (flecha). **C.** Schiff y azul negro de naftol. Cortes transversales. *C1* Reacción principal de azul en felema y felodermis. El córtex se tiñe con ambos dominando Schiff. *C2* Reacción en azul de las fibrotraqueidas y de Schiff en radios. Cristales. *C3* Reacción de azul en esclereidas y de ambos en parénquima. **D.** Rojo O. Cortes transversales. *D1* Reacción en paredes del felema. *D2* Débil reacción en radios y floema funcional. *D3* Leve reacción de forma granular en células del córtex. **E.** Cuádruple de Johansen. *E1* Corte transversal. Reacción en rojo del felema y la felodermis. Pared de córtex en azul y citoplasma de naranja. *E2* Corte transversal. Reacción en rosa las esclereidas. Parénquima de naranja oscuro. Fibrotraqueidas en rojo. *E3* Corte transversal. Reacción en rojo de fibrotraqueidas. Radios y floema funcional en azul-morado. Cristales. *E4* Corte tangencial. Fibrotraqueidas en rojo, cristales (flecha) y contenidos de las células de los radios. *E5* Corte transversal. Reacción de radios en morado. Contenido del floema funcional (flecha). *E6* Cristal estiloideo, radios en color morado, fibrotraqueidas en rojo.

Las principales diferencias encontradas en la reacción histoquímica entre las cortezas de mercado y la corteza de *G. coulteri* fueron: Que la corteza de *G. coulteri* presentó mayor cantidad de material ergástico, identificado principalmente por la ausencia de tinción, lo que corresponde a cristales de tipo estiloideo. El parénquima del córtex, radios y floema secundarios presentó reacción positiva a proteínas y carbohidratos por lo que se concluyó que su composición es de tipo glucoproteico. Se observó que la cantidad de tejido blando fue muy escaso evidenciado por la débil reacción de las tinciones aplicadas. En ambos grupos de las cortezas del mercado, la cantidad de felema, radios y floema funcional fue mucho mayor y por lo tanto su reacción con las técnicas de tinción fue más alta. El contenido principal en este tejido fue de tipo glucoproteico. El esclerénquima encontrado en *G. coulteri* en general, fue mucho mayor que el de las muestras del mercado.

En la reacción con Rojo O se observó que en ambas muestras presentaron reacción positiva a sustancias de naturaleza lipídica. Sin embargo, en el felema de las cortezas del mercado se observó mayor reacción que en el de *G. coulteri*.

5.9 Descripción histoquímica de las maderas de guayacán de mercado.

GRUPO 1

a) Schiff: Hay reacción rosa fuerte en la pared celular de los vasos. Reacción intensa en citoplasma de las células del parénquima axial en donde resalta la tinción de un material de tipo mucílago que ocupa todo el citoplasma (Fig. 5.18 A2 y A3). El citoplasma de las células de los radios se tiñe intensamente. La pared y citoplasma de las fibras reacciona fuertemente y se tiñe la lámina media entre vasos y radios (Fig. 5.18 A3).

b) Azul Negro de naftol: Hubo reacción intensa en paredes y citoplasma de las células de los radios, parénquima paratraqueal, resaltando la tinción en las punteaduras de los elementos de vaso. Las fibras engrosadas se tiñen de color verde amarillo (Fig. 5.18 B).

c) Schiff/Azul Negro de naftol: Reacción combinada de ambos colorantes en pared de vasos, fibras, radios y células de parénquima paratraqueal y vasicéntrico (Fig. 5.18 CE). El citoplasma de las células de los radios reacciona casi en su totalidad con el Azul y la pared con Schiff (Fig. 5.18 C2). La mayoría de los contenidos citoplásmicos están teñidos principalmente con Schiff; sin embargo, también se observan fibrillas teñidas de azul en el citoplasma. La membrana de las fibras reacciona principalmente con el Azul (Fig. 5.18 C2 y C3).

d) Rojo "O": No se observó reacción significativa en las células; sin embargo, se observó muy escasa reacción en forma de pequeños corpúsculos en el citoplasma de las células de parénquima y de los radios (Fig. 5.18 D).

e) Cuádruple de Johansen: En el corte tangencial la pared de los vasos se tiñen fuertemente de verde oscuro (Fig. 5.18 E2). La pared celular primaria del parénquima vasicéntrico se tiñe de azul marino y el citoplasma de color rosa y morado (polisacárido). La pared del parénquima paratraqueal se tiñe de verde oscuro y los contenidos citoplásmicos de color rosa a morado en diferente intensidad y además se distinguen retículos de color azul marino (Fig. 5.18 E1 y E2). En el citoplasma del parénquima se hacen evidentes cuerpos esferoidales similares a amiloplastos, teñidos en rojo en diferentes intensidades. Los radios se tiñen de color morado en el citoplasma y de verde en pared. (Fig. 5.18 E 1) En los extremos de los radios sobre la célula erecta aparece un material

teñido de color rojo. Reacción positiva en pared de las fibras de color verde oscuro lo que destaca la naturaleza celulósica (Fig. 5.18 E2 y E3).

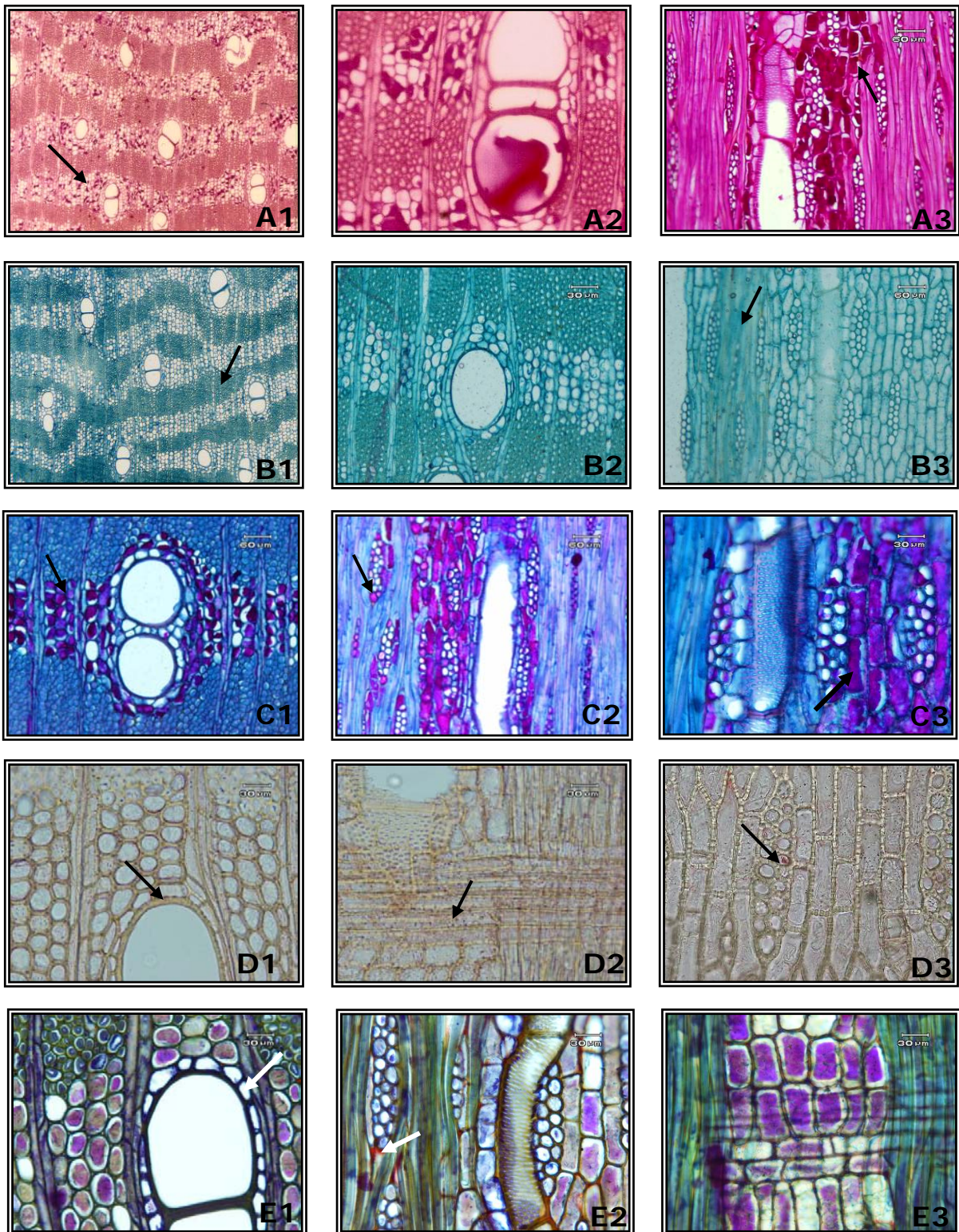


Fig. 5.18. Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 1. **A.** Schiff. *A1* Corte transversal. Fuerte reacción en células del parénquima paratraqueal (flecha) y fibras. *A2* Corte transversal. Reacción en pared de vasos, pared de fibras, radios y parénquima. *A3* Corte tangencial. Fuerte reacción en citoplasma del parénquima (flecha) y fibras. **B.** Azul negro de naftol. *B1* y *B2* Corte transversal. *B1*. Reacción fuerte en fibras (flecha) y radios y muy poco en parénquima. *B2*. Acercamiento de la reacción anterior. *B3* Corte tangencial. Débil reacción en parénquima. Fuerte reacción en fibras (flecha). **C.** Schiff y azul negro de naftol. *C1* Corte transversal. Reacción combinada en parénquima paratraqueal (flecha) y dominancia del azul en las demás estructuras. *C2* Corte tangencial. Reacción en azul de las fibras. Reacción combinada dominando Schiff en parénquima paratraqueal y células erectas (flecha). *C3* Corte tangencial. Reacción de azul en pared de vasos y principal de Schiff en parénquima. **D.** Tinción con Rojo O. *D1* Corte transversal. Reacción muy débil en forma de pequeños corpúsculos en pared de vasos y parénquima paratraqueal. *D2* Corte radial. Escasa reacción en parénquima. *D3* Corte tangencial. Reacción muy débil en células del radio. **E.** Tinción con cuádruple Johansen. *E1* Corte transversal. Reacción de azul oscuro en pared de vasos y parénquima axial. Reacción en rosa y violeta del parénquima paratraqueal (flecha). Fibras en verde y azul. *E2* Corte tangencial. Reacción en fibras de verde y azul, en extremos sustancia roja (flecha). Parénquima paratraqueal de rosa y violeta. Parénquima axial y células de los radios de azul. *E3* Corte radial. Reacción del parénquima y fibras.

GRUPO 2

a) Schiff: Reacción intensa del citoplasma y pared de los radios, parénquima axial y en algunos vasos (Fig. 5.19 A2 y A3). En las fibras se observó una reacción ligera (Fig. 5.19 A1).

b) Azul Negro de Naftol: Reacción fuerte en pared de los vasos, fibras y en el citoplasma del parénquima axial y radios (Fig. 5.19 B1 y B2).

c) Schiff/Azul Negro de Naftol: Se observa reacción positiva para los dos colorantes, dominando la reacción del azul en pared del parénquima axial, fibras y vasos (Fig. 5.19 C1). El citoplasma del parénquima axial y de los radios reacciona principalmente al Schiff, resaltando porciones reticuladas en Azul (Fig. 5.19 C3).

d) Rojo "O": Escasa reacción positiva en forma de corpúsculos muy pequeños dentro del citoplasma del parénquima axial (Fig. 5.19 D2 y D3). Reacción en la zona de barrera de una herida cicatrizada (Fig. 5.19 D1).

e) Cuádruple de Johansen: En el corte transversal se observa la pared de los vasos teñidos de rosa fuerte (polisacárido). La pared del parénquima paratraqueal se tiñe de verde violeta y los contenidos citoplásmicos de colores rosa a morado en diferente intensidad. Los radios se tiñen de color morado en el citoplasma y pared. Reacción de la pared de las fibras de color verde y citoplasma de verde oscuro (celulosa). El material contenido entre las fibras se tiñe de color rojo (Fig. 5.19 E1 y E2).

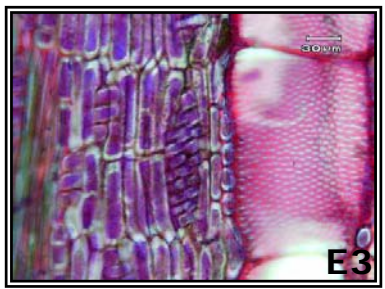
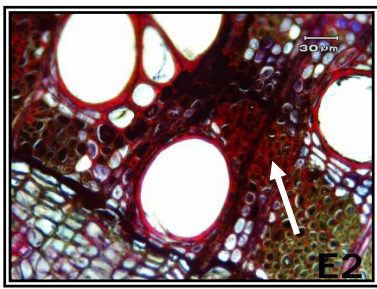
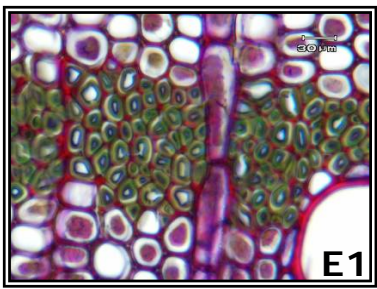
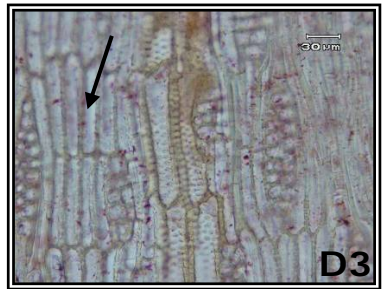
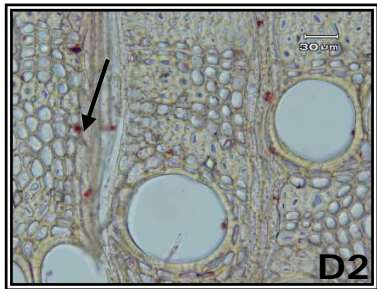
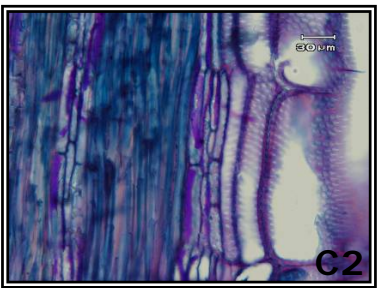
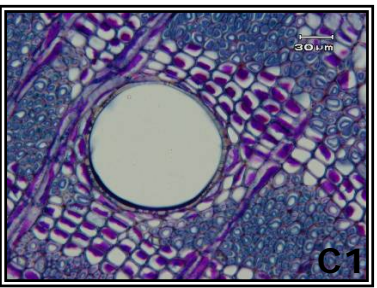
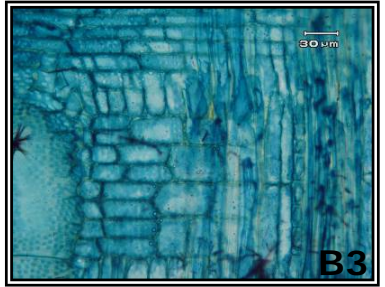
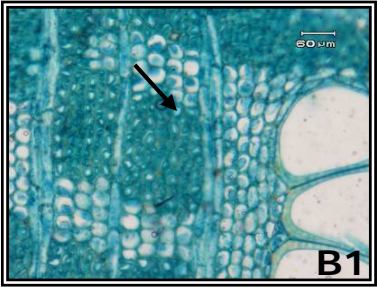
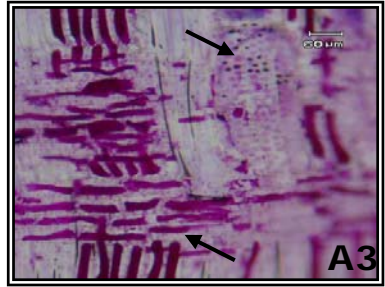
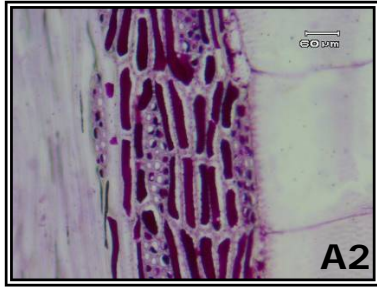
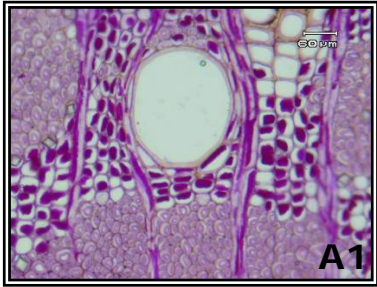


Fig. 5.19. Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 2. **A.** Schiff. *A1* Corte transversal. Fuerte reacción en parénquima paratraqueal y radios. Más débil en fibras. *A2* Corte tangencial. Reacción principal en parénquima y células de los radios. *A3* Corte radial. Fuerte reacción del contenido citoplásmico del parénquima paratraqueal y células de los radios. Pared de vaso y punteaduras. **B.** Azul negro de naftol. *B1* Corte transversal. Reacción fuerte en fibras (flecha) y radios; poco en parénquima. *B2* Corte tangencial. Reacción en fibras y células de los radios. *B3* Corte radial. Reacción en pared de todas células. **C.** Schiff y azul negro de naftol. *C1* Corte transversal. Reacción principalmente al azul en fibras. En parénquima y radios domina Schiff. *C2* Corte tangencial. Reacción combinada en la pared de los vasos y azul en fibras. *C3* Corte radial. Fuerte reacción a schiff en células de radio, parénquima paratraqueal y pared de vasos. Fibras reaccionan al azul. **D.** Rojo O. *D1* Corte transversal. Taninos cerca de los vasos (flecha). Reacción en células cercanas a taninos en forma de pequeños puntos al igual que en la pared de vasos. Reacción fuerte en zona de barrera de una herida sanada. *D2* Corte transversal. Escasa reacción en forma de puntos en células de los radios y pared de vasos (flecha). *D3* Corte tangencial. Reacción débil en parénquima paratraqueal. **E.** Cuádruple de Johansen. *E1* Corte transversal. Fibras en verde la pared y en azul hacia el centro, espacio entre fibras de color rojo. Parénquima paratraqueal en citoplasma y pared de violeta al igual que las células de los radios. *E2* Corte transversal. En zona de barrera, los taninos y células del parénquima que rodea a los vasos se tiñen de rojo oscuro. La pared de vasos en rosa fuerte. Fibras verdes. *E3* Corte tangencial. Pared de vasos en rosa. Citoplasma de parénquima en violeta.

GRUPO 3

a) Schiff: Se tiñen intensamente las paredes de todos los tipos celulares y especialmente el citoplasma del parénquima axial y de los radios (Fig. 5.20 A1 y A2).

b) Azul. Negro de Naftol: La pared de vasos mostró mediana reacción. Pero en general se observó reacción intensa en las paredes celulares de todos los tipos celulares, incluyendo el citoplasma del parénquima axial y radios (Fig. 5.20 B1 y B3). Se observaron a los cristales limitados por membranas, las cuales se tiñen de azul (Fig. 5.20 B2).

c) Schiff/Azul Negro de Naftol: Se obtuvo buen contraste en el tejido, ya que la pared de las fibrotraqueidas y vasos mostraron mayor afinidad al azul y el citoplasma de los radios y parénquima al Schiff, en los cuales se encontraron contenidos en forma de mucilago (Fig. 5.20 C1 y C2). En algunas muestras se observaron pequeñas cadenas de dos o tres cristales de gran tamaño. Se visualizan las membranas que contienen a los cristales.

d) Rojo "O": No hay reacción importante ya que solo hubo escasa reacción en un grupo de células aisladas y agrupadas formando una línea tangencial ubicada entre las células de las fibrotraqueidas en donde se observaron algunos corpúsculos teñidos (Fig. 5.20 D2 y D3).

e) Cuádruple de Johansen: El citoplasma del parénquima y de los radios es un polisacárido insoluble teñido de púrpura y algunos contienen cristales (Fig. 5.20 E2 y E3). La pared de las fibrotraqueidas de naturaleza celulósica se tiñe de verde. En los radios hay

pequeños granulos de almidón. Las paredes de todos los tipos celulares se tiñen de verde, resaltando la de las fibras por su grosor (Fig. 5.20 E2).

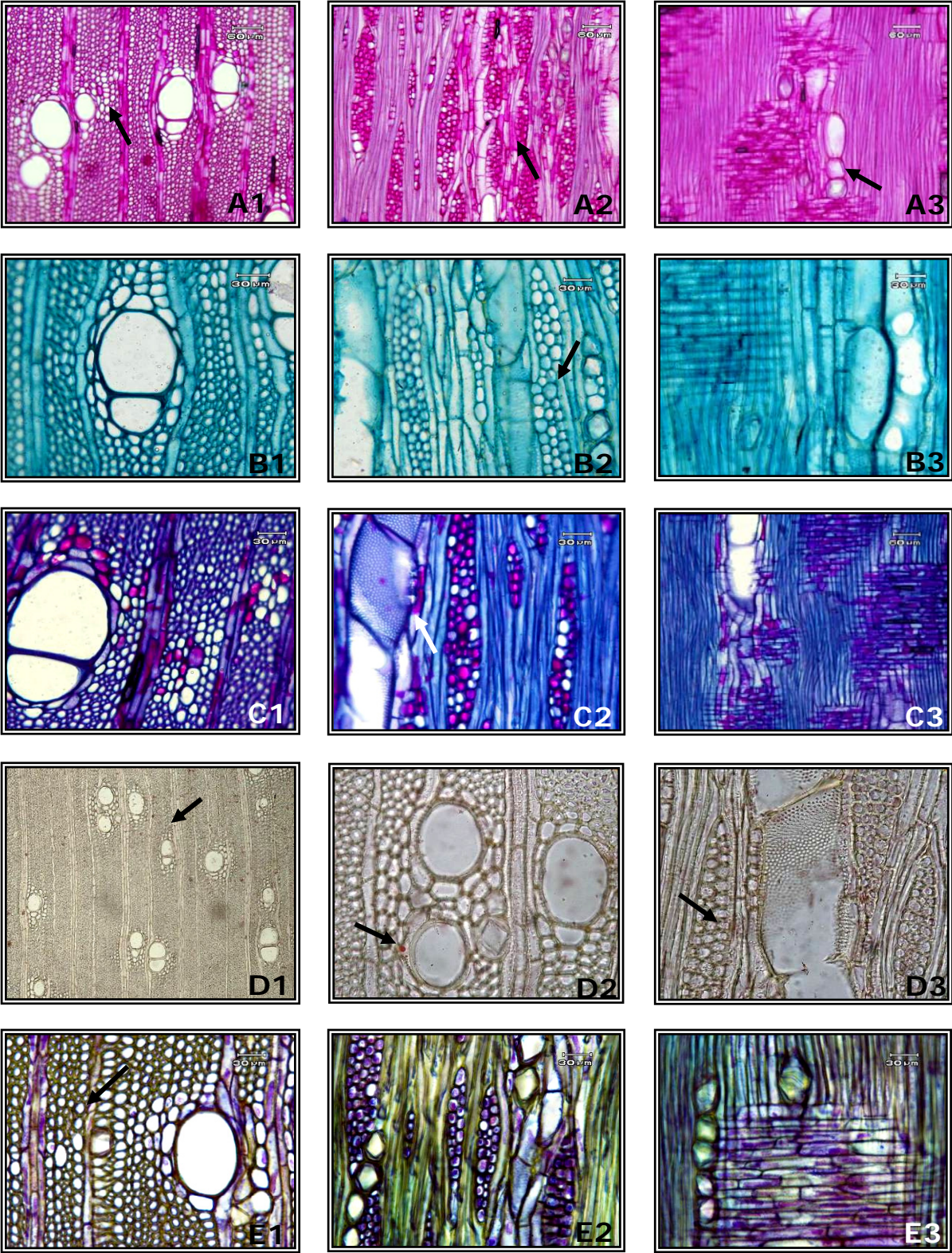


Fig. 5.20. Tinciones de las maderas del mercado del Grupo 3. **A.** Schiff. *A1* Corte transversal. Reacción principal en radios, parénquima paratraqueal (flecha) y pared de fibrotraqueidas. *A2* Corte tangencial. Reacción principal en células de los radios y parénquima (flecha). *A3* Corte radial. Fuerte reacción del parénquima y pared de fibrotraqueidas. Cristales (flecha). **B.** Azul negro de naftol. *B1* Corte transversal. Reacción principal en fibrotraqueidas y pared de vasos y parénquima paratraqueal. *B2* Corte tangencial. Cristales. Reacción en todas las paredes celulares y citoplasma de las células de radio (flecha). *B3* Corte radial. Todas las células fuertemente teñidas **C.** Schiff y azul negro de naftol. *C1* Corte transversal. Reacción fuerte al azul en fibrotraqueidas y de ambos en parénquima paratraqueal y radios dominando Schiff. *C2* Corte tangencial. Reacción de ambos en células de radio y parénquima paratraqueal (flecha). En pared de vaso y fibrotraqueidas domina el azul. *C3* Corte radial. Reacción combinada en parénquima y radios. Las fibrotraqueidas en azul. **D.** Rojo O. *D1* Corte transversal. Reacción muy escasa en forma de puntos. *D2* Corte transversal. Reacción muy ligera en forma de puntos en pared de vaso. *D3* Corte radial. Reacción casi nula cercana a los vasos. **E.** Cuádruple de Johansen. *E1* Corte transversal. Fibrotraqueidas de verde en la pared. Pared de vasos y parénquima paratraqueal teñidos de azul oscuro. Citoplasma y pared radios de violeta y naranja (flecha). *E2* Corte tangencial. Fibrotraqueidas de verde. Parénquima paratraqueal y células de los radios en azul y violeta. Cadenas de cristales. *E3* Corte radial. Cadena de cristales. Parénquima de rosa y violeta.

5.10 Descripción histoquímica de la madera de *Guaiacum coulteri*

a) Schiff: Se observó mayor reacción en el citoplasma del parénquima axial y en la pared y citoplasma de los radios (Fig. 5.21 A1). La pared de las fibrotraqueidas y de los vasos se tiñen débilmente (Fig. 5.21 A2 y A3).

b) Azul Negro de Naftol: Esta reacción sigue el mismo patrón que la de Schiff ya que se tiñe el citoplasma del parénquima axial y el de los radios (Fig. 5.21 B1). Los restos de citoplasma de fibrotraqueidas y de la pared de los vasos reaccionan débilmente (Fig. 5.21 B2 y B3).

c) Schiff/Azul Negro de Naftol: En la pared de los vasos domina la reacción al azul. Se observó tinción doble en citoplasma y pared de los radios y del parénquima axial (Fig. 5.21 C1). En este último se observó reacción dominante al azul en pared y de Schiff en citoplasma. En las fibrotraqueidas predomina el azul sobresaliendo el lumen celular (Fig. 5.21 C1 y C2).

d) Rojo "O": Reacción positiva en forma de puntos en el citoplasma del parénquima (Fig. 5.21 D1). Se observó un contenido con reacción positiva en el extremo de la célula radial (Fig. 5.21 D2 y D3).

e) Cuádruple de Johansen: La pared de los vasos se tiñe principalmente de rojo. Abundancia de fibrotraqueidas lignificadas teñidas de rojo lo que provoca homogeneidad de ese color en todo el tejido. Se contrasta solo por el citoplasma de las células de los radios y parénquima los cuales se encuentran teñidos de rosa y azul dando un color violeta (Fig.

5.21 E1 y E2). En la pared del parénquima domina la reacción en azul, lo que provoca un color violeta azulado a los dos tejidos (Fig. 5.21 E3).

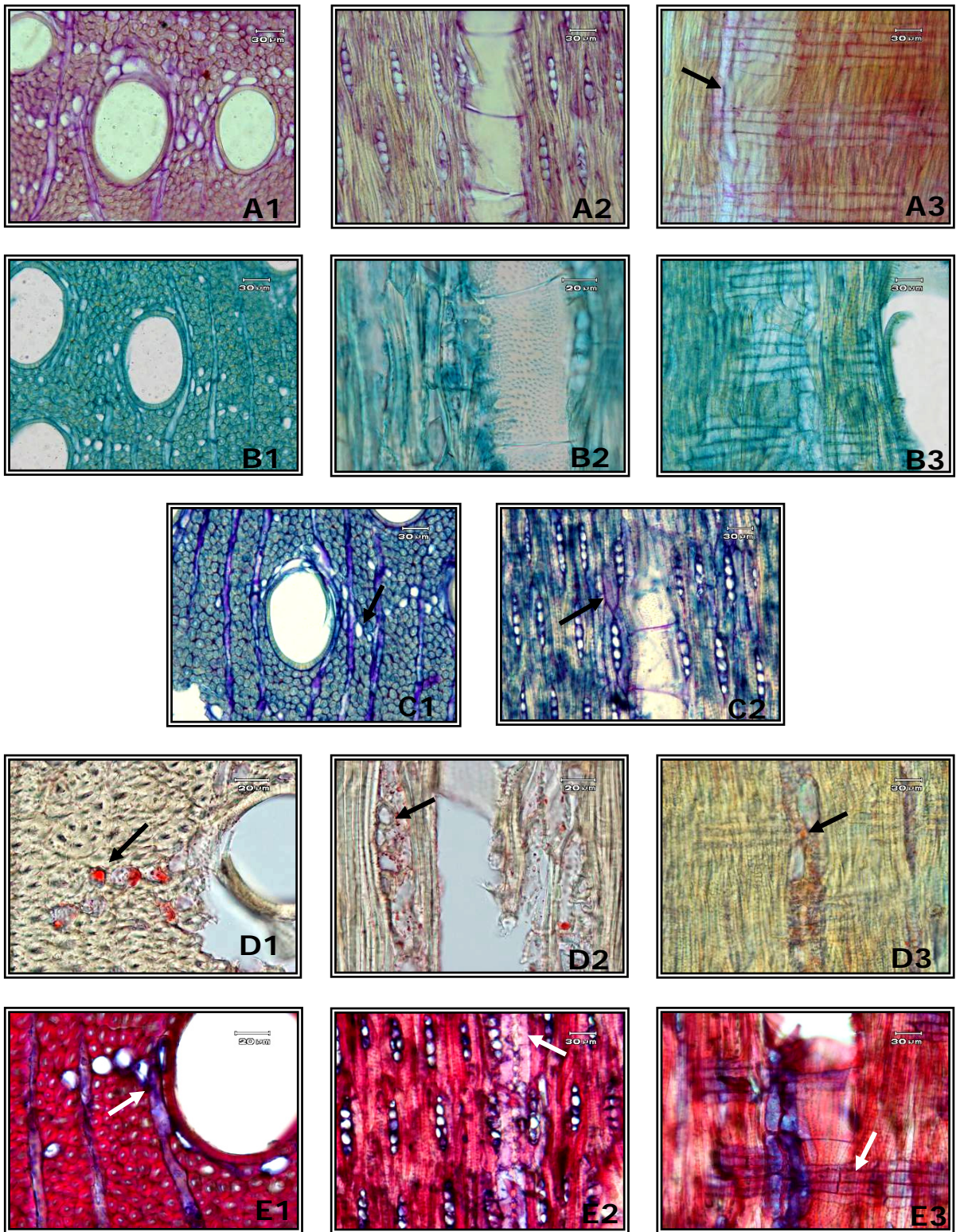


Fig. 5.21. Tinciones de la madera de *G. coulteri*. **A.** Schiff. *A1* Corte transversal. Reacción media en pared de vasos, radios y más ligera en pared de fibrotraqueidas. *A2* Corte tangencial. Reacción media en células de los radios y pared de vasos. Fibras casi sin reacción. *A3* Corte radial. Reacción en parénquima paratraqueal (flecha) y células de radios. **B.** Azul negro de naftol. *B1* Corte transversal. Fuerte reacción en pared de vasos, radios y fibrotraqueidas. *B2* Corte tangencial. Reacción células de los radios, pared de vasos y fibrotraqueidas. *B3* Corte radial. Reacción en células de radio y fibrotraqueidas. **C.** Schiff y azul negro de naftol. *C1* Corte transversal. Reacción de ambos en radios. Fibrotraqueidas principalmente al azul. *C2* Corte tangencial. Reacción de ambos en parénquima (flecha), células de los radios y pared de los vasos. Reacción al azul en fibrotraqueidas. **D.** Rojo O. *D1* Corte transversal. Reacción en forma de puntos rojos sobre las fibras, cercano a los vasos. *D2* Corte tangencial. Reacción en forma de numerosos puntos rojos en células de los radios. *D3.* Corte radial. Reacción cercana a los vasos (flecha). **E.** Cuádruple de Johansen. *E1* Corte transversal. Gran cantidad de fibrotraqueidas en rojo. Radios y parénquima paratraqueal de azul-violeta (flecha). *E2* Corte tangencial. Fibrotraqueidas de rojo. Células de radio en morado. Parénquima en rosa (flecha). *E3* Corte radial. Fibrotraqueidas en rojo. Parénquima axial en azul. Células de radio en color rojo oscuro (flecha).

Se observó que las principales diferencias encontradas en la reacción histoquímica entre los tres tipos de madera de mercado y la madera de *G. coulteri* fueron similares a las obtenidas en las cortezas: Que la madera de *G. coulteri* presentó mayor cantidad de material ergástico, cristales de tipo estiloideo que se diferenciaron principalmente por la ausencia de tinción. El parénquima axial y radial de *G. coulteri* presentó reacción positiva a proteínas y carbohidratos, es decir, de tipo glucoproteico. Se observó que la cantidad de tejido blando de *G. coulteri* y la de la madera del grupo 3 fue muy escasa. A diferencia de lo anterior, en las maderas del grupo 1 y 2, la cantidad de parénquima axial y radial fue mucho mayor por su reacción mas abundante con las técnicas de tinción. Con la tinción Cuádruple de Johansen se evidenció aún mejor la naturaleza de los contenidos celulares. En *G. coulteri* se encontró que el esclerénquima por ser más abundante sobresale con todas las tinciones.

En la reacción con Rojo O se observó que en todas las muestras, en general hubo una escasa reacción a sustancias de naturaleza lipídica. Sin embargo al rededor de los vasos de *G. coulteri* se observó una reacción un poco más notable a esta tinción.

6. DISCUSIÓN

6.1 Información del guayacán encontrada en la bibliografía.

En la revisión bibliográfica se encontraron 24 especies botánicas reportadas bajo el nombre de guayacán con lo cual se incrementó con doce especies más al número reportado en el trabajo de García (1992). Ese resultado refleja la gran variación de especies que se pueden encontrar en la comercialización del guayacán (Ver cuadro 5.1). Algunos aspectos que se desprenden de esa problemática y que deben ponerse a consideración son los siguientes:

- Carmona-Jiménez (1992) comprobó que puede ser incierta la determinación botánica de las plantas medicinales que se compran en el mercado por medio de sus nombres comunes ya que dependiendo de la localidad de donde provenga la planta, se le dará uno o varios nombres comunes, por lo que es indispensable hacer la determinación botánica de la planta con el respaldo del material colectado en el campo.
- La posibilidad de encontrar a la venta una u otra de las 24 especies que se encontraron citadas en la bibliografía se incrementa si la planta que originalmente se usaba empieza a escasear en el campo debido a sobreexplotación o invasión urbana de su lugar natural de crecimiento. Esto provoca que la dificultad de los colectores para obtenerla se incremente lo que puede generar la sustitución por otra especie de mayor abundancia o de más fácil obtención. Muy probablemente a esta nueva especie se le conocerá con el mismo nombre común y quizás hasta se le atribuyan las mismas propiedades medicinales que a la especie anterior sin que haya suficiente conocimiento de ello.

A raíz de dichas sustituciones en las plantas de uso medicinal surgen algunos problemas como:

- Que no se le informe al consumidor de dichos cambios siendo una de las causas por las que el costo y efectividad de los compuestos medicinales varíen según su calidad (Carmona-Jiménez, 1997).
- Que la introducción a la venta de una nueva especie medicinal no siempre se deba a que presente mejores propiedades que las que tenía la especie anterior sino que sólo se comercialice para satisfacer las necesidades de venta.

- Si la sustitución de la nueva planta es sólo por su parecido morfológico, podría poner en riesgo la salud de los consumidores y generar uno de los principales problemas ya que en algunas plantas a pesar de presentar parecidos morfológicos o aún perteneciendo a una misma familia botánica, pueden presentar efectos totalmente distintos y antagónicos. Un ejemplo de ello lo reporta Alcántara (2003) con *Talauma mexicana* y *Magnolia grandiflora* ambas conocidas como "Flor del corazón" y usadas para problemas cardiotónicos, sin embargo, la primera presenta propiedades braquicárdicas y la segunda taquicárdicas.

Dichas sustituciones puede darse con mayor frecuencia en las plantas medicinales que se venden secas, como es el caso de las cortezas y/o maderas del guayacán que no poseen estructuras florales que sirvan como apoyo para identificar mejor a la planta o detectar las sustituciones. Esto a su vez puede ser más frecuente si la morfología de la especie original se parece mucho o difícilmente se distingue de la sustituta.

En cuanto a la revisión bibliográfica se encontró que existe una generalidad por identificar al guayacán indiscriminadamente como especies diferentes del género *Guaiacum* determinada quizás por su abundancia en la localidad de dónde se reporta. Según Lozoya (1990) *G. coulteri*, *G. sanctum* y *G. palmeri*, proporcionaron la aparición de términos como guayacán genuino o verdadero por la aparición de otro falso, pero que en realidad, dichas especies poseen compuestos similares ya que las variaciones en su composición química son mínimas.

Así mismo, en la literatura más antigua se notó que la especie más reportada como guayacán era *G. sanctum* y en la literatura más reciente es *G. coulteri*. Esto puede deberse a que en la actualidad *G. sanctum* se encuentra extinta en algunas regiones y en otras esta a punto de desaparecer, por lo que en nuestro país la colecta en sus escasas poblaciones se encuentra prohibida (Web 3). No hace mucho tiempo *G. coulteri* era un poco más abundante por lo que probablemente *G. coulteri* sustituyó la demanda que *G. sanctum* ya no satisfizo. Actualmente, quizás a la escasez y/o protección en la que se encuentra *G. coulteri*, ahora otra especie se encuentra sustituyéndola (web 1, 2).

Otro aspecto encontrado en la bibliografía sobre *G. coulteri* es que la corteza y madera no sólo se recomiendan para aliviar algunos síntomas relacionados con la diabetes sino también para curar síntomas de enfermedades relacionadas con las vías respiratorias y afecciones estomacales para lo cual, no se encontraron estudios al respecto.

Las especies del género *Guaiacum* podrían ser consideradas como las especies "originales" a las que se les llama guayacán ya que son las especies que cuentan con más reportes en la bibliografía al respecto. Así mismo, Soto (1987), Legorreta (1989) y Garay (1997) en sus estudios sobre identificación de plantas medicinales en mercados de diferentes regiones, incluido el mercado Sonora, reportaron que el guayacán que ahí se vendía pertenecía a una especie de ese género. Por lo que se esperaba que alguna especie de *Guaiacum* se encuentre a la venta en los mercados.

Sin embargo se encontró que a especies como: *Sweetia panamensis*, *Porllieria angustifolia*, *Acosmium panamense*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia chysantha* también se les reporta como guayacán. De todas ellas, sólo de *Acosmium panamense* existe información acerca de su evaluación farmacológica y fitoquímica para el tratamiento de la diabetes (Andrade-Cetto y Heinrich, 2005). Por lo que sería necesario realizar estudios que evalúen las propiedades medicinales que se les atribuye a las demás especies mencionadas.

6.2 Información del guayacán obtenida en los mercados.

La información que se obtuvo de los comerciantes acerca del guayacán, fue de gran ayuda para conocer mejor las formas de preparación, usos y origen de la planta. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los comerciantes mostraron incomodidad o desconfianza cuando percibían cierto interés en la planta, lo que provocó cierta disminución de información. Es por esto que al igual que Carmona- Jiménez (1992) se recomienda tener un trato más continuo y de tiempo atrás con los comerciantes que se va a tratar para generar mayor confianza.

La variación que existe en la parte del guayacán que se vende como medicinal, es decir que en algunos locales se vende la corteza o en otros solo la madera, indica una importante falta de estandarización en la venta del producto que afecta su calidad. Y en este estudio se observó mediante las pruebas histoquímicas que la estructura de la corteza contiene mayor cantidad de sustancias posiblemente medicinales que la madera. Esta variación puede depender de la disponibilidad que haya en el campo del recurso, del proveedor o directamente del vendedor.

6.3 Comparación anatómica de las cortezas del guayacán de mercado y la corteza de *Guaiacum coulteri*.

Las cortezas de los mercados se dividieron en dos grupos por las diferencias en su apariencia externa y en su estructura anatómica, por la amplitud del felema y la distribución de las esclereidas. Sin embargo, se observó que en general existía mucha similitud en la mayoría de sus estructuras, por lo que muy probablemente estas dos especies pertenecen al mismo género, en el caso de que las diferencias encontradas entre ellas las distinga como especies distintas.

En ese sentido, si se encuentran dos especies del mismo género a la venta en los mercados podría deberse a que quizás en el campo existan las dos especies en la misma área de colecta y que por sus características morfológicas tan parecidas el colector no logra diferenciarlas plenamente tomando a las dos indistintamente. Pero también podría ocurrir que el colector logra diferenciar a las dos especies pero hace caso omiso de ello, por la creencia de una similitud de efectos en plantas que se parecen o simplemente por seguir vendiendo la planta.

Por otro lado, no se sabe con seguridad si las diferencias anatómicas encontradas entre los dos grupos de cortezas obtenidas en los mercados, son suficientes para afirmar que se trata de dos especies distintas. Podría ser que estas diferencias se deban a diferentes estados de desarrollo de una misma especie o son respuestas a diferentes condiciones ambientales. Es por ello, que es necesario cotejar dichas diferencias con una identificación taxonómica completa de las plantas que integran a estos dos grupos para descartar o confirmar que las diferencias morfológicas y microscópicas encontradas se deben a razones ecológicas o taxonómicas.

La estructura de los dos grupos de cortezas de los mercados comparadas con la de *G. coulteri* fue muy diferente desde la morfología externa hasta el arreglo celular. Las diferencias más notables fue que *G. coulteri* presentó menos parénquima, mayor cantidad de cristales y de tipo estiloideo, radios muy delgados o uniseriados, presencia de esclereidas en paquetes, poco tejido floemático y menor amplitud de la corteza externa e interna. Esto, al contrario de las cortezas del mercado que presentaron: mayor cantidad de parénquima, abundantes cristales poliédricos, radios gruesos o multiseriados, presencia de braquiesclereidas, abundante tejido floemático y mayor anchura de la corteza externa e

interna. Todos estos aspectos definieron con claridad, que las cortezas de mercado que se venden como guayacán en los mercados no pertenecen a la especie *G. coulteri*. La falta de estudios sistematizados de cortezas a la par del estudio anatómico de las maderas, no permitió un acercamiento a la identificación comparativa de alguna especie o género de las cortezas de mercado. Sin embargo, la caracterización de la corteza de *Guaiacum coulteri* obtenida en este estudio, complementó la información anatómica existente exclusivamente de la madera, en la xiloteca del Instituto de Biología, con lo cual se contribuyó, al conocimiento y la caracterización integral de esta importante especie. La información anatómica acerca de las otras cortezas que se están vendiendo como guayacán en diferentes mercados de la ciudad de México, producto de este estudio quedan para su comparación con el estudio de las cortezas de las posibles especies que resulten de un estudio de campo, de la recolección de las muestras de mercado estudiadas.

Barajas-Morales y Pérez, (1990) consideran que en comparación con otros países, en México se han realizado pocos trabajos dedicados a la descripción anatómica de las cortezas de especies mexicanas y menos aún de las medicinales. Esto ha sucedido a pesar de que en la actualidad las cortezas son muy usadas en la medicina tradicional y en la industria farmacéutica. Por lo que se espera que con trabajos como éste se incremente más su investigación.

6.4 Comparación histoquímica de las cortezas del guayacán de mercado y la corteza de *G. coulteri*.

Mediante la técnica histoquímica, las diferencias estructurales en la amplitud del felema y la distribución de las esclereidas fueron más notorias. Las diferencias en la reacción de la mayoría de estructuras celulares entre los dos grupos de cortezas de los mercados fueron muy pocas. La reacción de las muestras a cada uno de los colorantes, permitió un mayor contraste de las estructuras mejorando su identificación y así mismo se determinó la naturaleza química de las sustancias celulares acumuladas. Se observó que hubo escasas diferencias entre los dos grupos de cortezas de los mercados ya que sólo en el grupo 2 se encontraron algunos taninos y sólo en el grupo 1 se encontraron drusas. En general se observó poca variación histoquímica en cuanto al tipo y cantidad de los compuestos celulares.

En la comparación de la reacción histoquímica de los dos grupos de cortezas del mercado y *G. coulteri*, se reafirmaron aún más las diferencias estructurales entre ellas y a partir de los contenidos celulares se lograron caracterizar las sustancias detectadas como abundantes o escasas de cada muestra. Entre las principales diferencias se observó que las cortezas de los mercados mostraron mayor cantidad de tejidos parenquimáticos con abundantes glucoproteínas, reveladas por la reacción combinada de Schiff y azul negro de naftol. La reacción con Rojo O marcó visiblemente la diferencia en la amplitud del felema, observándose más amplio en las cortezas del mercado que en *G. coulteri*. En las cortezas que se venden en los mercados se observó gran cantidad de suberina en las paredes celulares y la presencia de taninos en algunas muestras, lo que pudiera indicar su posible valor medicinal

La corteza de *G. coulteri* posee mayor cantidad de esclereidas, fibras y cristales responsables de su dureza característica, lo que se demostró por la tinción de las fibras con todos los colorantes, excepto con Rojo O y la falta de reacción del material ergástico representado por cristales estiloideos. Por otro lado, la cantidad de tejido parenquimático y por tanto de sustancias celulares fue mucho menor. Sin embargo, serviría de mucho saber que parte de la planta se utilizó en el estudio de Ramos *et al* (1992 a, b) en el que se reporta la actividad hipoglucemiante de *G. coulteri*, ya que no se especifica, pero se podría suponer que fuera la corteza, por la abundancia del material ergástico ya que el parénquima que posee es escaso. Esto a su vez haría suponer que el potencial medicinal de las cortezas de mercado podría ser posible si en la gran cantidad de parénquima que presentan, existen sustancias con actividad medicinal, lo cual se comprobaría con estudios farmacológicos de la corteza.

La aplicación de pruebas histoquímicas es de gran utilidad, en la detección de sustancias de interés industrial, ecológico o farmacéutico. En este estudio, la histoquímica demostró ser de gran utilidad en la identificación de sustancias acumuladas en los tejidos de las cortezas que se usan en la medicina tradicional y que además permitió una mejor identificación de formas, tejidos y estructuras celulares, que ayudaron a la caracterización y diferenciación de las cortezas.

6.5 Comparación anatómica de las maderas del guayacán de mercado y la madera de *G. coulteri*.

Las diferencias anatómicas encontradas entre todas las maderas obtenidas en los mercados, fueron más claras que en el caso de las cortezas. Las principales diferencias anatómicas que definieron la presencia de tres grupos en las muestras de guayacán de los mercados fueron: La cantidad de células de parénquima por radio, la estratificación de estructuras y el tamaño de vasos y fibras. Las diferencias entre el grupo 1 y 2 fueron menos que las de éstas con el grupo 3 detectables desde la comparación morfológica. Desde que se obtuvieron las muestras, la madera del grupo 3 fue considerada como una clara sustitución por otra especie ya que se obtuvo de un local en donde el comerciante aseguró que era guayacán aún cuando se le hizo la observación de que presentaba un aspecto muy diferente y que además se encontraba almacenado en un recipiente que decía "lima". Sin embargo, esta muestra se incluyó en el estudio porque se comercializó como guayacán en un local del mercado Jamaica. Así mismo, se demostró que los cambios de especies usando un mismo nombre común, no necesariamente los realizan los colectores sino también algunos comerciantes al momento de la venta.

En cuanto a la comparación entre los tres grupos de madera de los mercados con la madera de *G. coulteri*, se encontró que las principales diferencias fueron detectables desde la morfología externa, ya que en las maderas de mercado del grupo 1 y 2, los vasos y bandas de parénquima fueron visibles con lupa y en ocasiones a simple vista lo que no fue posible hacer con *G. coulteri*. Posteriormente las diferencias estructurales fueron más evidentes en la comparación anatómica. La cantidad de parénquima fue mucho mayor en las maderas del grupo 1 y 2 que en *G. coulteri* y el grupo 3. En *G. coulteri* y en el grupo 3 se encontraron fibrotraqueidas y no fibras verdaderas como las encontradas en dos grupos de las maderas de mercado. La presencia de radios uniseriados en *G. coulteri* y bi y triseriados en las maderas del mercado marcaron una clara diferencia entre ellas. Así mismo, se observaron pequeñas diferencias en la longitud de los elementos de vaso y fibras. La madera de *G. coulteri* presentó mayor abundancia de fibrotraqueidas y cristales, responsables de su gran dureza a diferencia de la madera del grupo 3 que a pesar de presentar más fibrotraqueidas que las maderas del grupo 1 y 2 no fueron más que las de *G. coulteri*.

Por otra parte, los arreglos celulares de las maderas del mercado fueron tan característicos, que con la comparación estructural de especies reportadas por Carmona-Jiménez (1997) y con la ayuda de un especialista en anatomía de maderas el M. en C. Calixto León Gómez,

se encontró que la estructura celular de la madera del grupo 3 pertenece a la familia Rutaceae, en específico al género *Citrus*. Esto abre la posibilidad de que ésta sea la especie *Citrus limetta* que podría corresponder a lima como decía el recipiente donde el vendedor almacenaba esta muestra. De igual manera, se comparó la estructura celular de las especies reportadas en Barajas-Morales y León-Gómez (1989) y algunas laminillas existentes en la colección de la Xiloteca y se encontró que la estructura celular de las maderas del grupo 1 y 2 son características de especies del género *Lonchocarpus* que pertenece a la familia Fabacea. Es posible que uno de estos grupos sea *Lonchocarpus cruentus* por la similitud en sus características anatómicas. Esto coincide con Aguilar (2002) y Andrade-Cetto y Heinrich (2005) quienes reportan que a *Lonchocarpus cruentus* se le conoce como guayacán. Pennington y Sarukhán (1998) describen a *Lonchocarpus cruentus* y no señalan que esta especie sea conocida como guayacán o tenga usos medicinales, como lo hacen para *G. coulteri*. En el caso de *Citrus sp.* no se encontró referencias que la reporten bajo el nombre de guayacán, sin embargo, se encontró que Carmona-Jiménez (1992), Aguilar (2002) y Andrade-Cetto y Heinrich (2005) reportan su uso medicinal para la diabetes.

El patrón de resultados en las maderas fue muy parecido al encontrado en la comparación de las cortezas, con lo cual se abre la posibilidad de que los dos grupos de cortezas encontrados en los mercados pudieran corresponder con los grupos 1 y 2 de las maderas, si se toma en cuenta que en algunas muestras, la corteza y madera se encontraban en el mismo recipiente. Para probar esta suposición se tendría que estudiar e investigar la correspondencia estructural existente entre la corteza y madera de una misma especie lo cual se consideró muy interesante pero fuera de los objetivos de este estudio, como lo realizado en la corteza y madera de *G. coulteri*.

La anatomía descriptiva fue de gran utilidad para lograr la caracterización de las maderas con uso medicinal y además permitió detectar en los mercados estudiados la comercialización de tres especies distintas como guayacán mismas que al comparar sus estructuras, se descartó la posibilidad de que alguna de ellas perteneciera a *G. coulteri*, género o familia de la misma.

Por otro lado, es importante resaltar que la mayoría de las descripciones anatómicas que se realizan de las maderas han sido con fines taxonómicos o para entender mejor sus propiedades físicas o con fines industriales, siendo menos los trabajos que se dedican a interpretar aspectos ecológicos, de estructura-función o para interpretar el valor de especies usadas como medicinales.

6.6 Comparación histoquímica de las maderas del guayacán de mercado y la madera de *Guaiacum coulteri*.

El estudio histoquímico en las maderas evidenció aún más las diferencias anatómicas entre todas las muestras del mercado, aunque éstas fueron menos entre las maderas de los grupos 1 y 2 que las de éstos con las del grupo 3. Las principales diferencias histoquímicas entre los tres grupos estuvieron marcadas por la cantidad del contenido del parénquima que reaccionó y correspondió a contenidos glucoproteicos, la reacción para aceites o lípidos en algunas células, la abundancia de los miembros de vaso y de fibras lignificadas y en proceso de lignificación. Entre los grupos 1 y 2 las diferencias en reacción fueron muy escasas ya que la naturaleza química de sus estructuras celulares fue muy similar, por lo que la mayor cantidad de parénquima en el grupo 1 fue la principal diferencia evidente. La madera del grupo 3 fue muy diferente a los otros dos grupos ya que la abundancia de fibras, la escasez de parénquima y los cristales de gran tamaño fueron las estructuras que se evidenciaron mejor en las tinciones especialmente con la tinción doble Schiff-azul negro de naftol y la cuádruple de Johansen.

En cuanto a la comparación histoquímica entre los tres grupos de maderas del mercado y la madera de *G. coulteri* se observó que las reacciones evidenciaron aún más sus diferencias estructurales. La reacción principal de *G. coulteri* fue dada por las abundantes fibrotraqueidas lignificadas que mostraron gran contenido proteico, por su fuerte reacción con el Azul negro de naftol. También se observó que su escaso parénquima reaccionó débilmente con Schiff- azul negro de naftol y la cuádruple de Johansen a diferencia de las maderas del mercado en las que se evidenció la abundancia de parénquima y presentaron fuerte reacción con las tinciones mencionadas. Con la tinción Rojo O se encontró una reacción a lípidos o grasas un poco más abundante en *G. coulteri* en comparación con la escasa reacción de las maderas del mercado.

La aplicación de las técnicas histoquímicas a todas las muestras estudiadas fue de gran ayuda no sólo para visualizar mejor sus diferencias anatómicas sino también para diferenciar los contenidos en cada una. De esta manera se pudo comprobar que en las especies estudiadas, la cantidad de sustancias con posible actividad medicinal como las glucoproteínas existentes en el parénquima son más abundantes en la estructura celular de las cortezas que en la de las maderas. Ésta podría ser una razón por la cual, la corteza es la parte de la planta que más se vende e el caso del guayacán, ya que quizás le proporciona mejores resultados a la población.

Los grupos 1 y 2 de las maderas y cortezas del mercado corresponden a especies del género *Lonchocarpus* por lo que es necesario el estudio fitoquímico y farmacológico de este último, que evalúe su acción para el control de la diabetes, ya que existen reportes etnobotánicos de su utilización para esa enfermedad y ninguno farmacológico.

Los resultados obtenidos mediante la anatomía e histoquímica de la corteza y madera de *G. coulteri* indican que tanto la madera como la corteza de *G. coulteri* presentan pocas células de parénquima y niveles bajos de contenido celular. Siendo que en estos se consideran como responsables de la actividad medicinal. De este modo, existe la duda si en el estudio de Ramos *et al.* 1992, se utilizaron otras partes de la planta de *G. coulteri* o quizás erróneamente utilizaron otra especie botánica, debido a que en su trabajo no se especifica que parte de la planta se usó para realizar el estudio y tampoco de dónde la obtuvieron.

Por otro lado, se encontró que en el reporte del IMPEPLAM (1978) en el cual se describen entre otros aspectos los compuestos fitoquímicos de varias especies medicinales incluyendo los de *G. coulteri*, sí se menciona que las partes de la planta que se utilizaron para el estudio fueron las hojas y la corteza, pero no se especifica cual de ellas presentó los compuestos. En este caso se cree que los compuestos debieron ser de las hojas, por la misma razón anterior. En consecuencia, existe la necesidad de especificar, en cualquier trabajo, especialmente en los reportes de tipo farmacéutico, la parte de la planta que se usó, la procedencia del material botánico y sobretodo verificar correctamente la identidad taxonómica de la especie con la que se va a trabajar. De lo contrario, los resultados no se pueden comparar con otros y mucho menos se puede hacer una comparación de los contenidos con actividad medicinal entre órganos distintos de una misma planta.

El hecho de que no se cuente con trabajos que interpreten la estructura-función en plantas medicinales y menos aún con cortezas y maderas, hacen difícil la interpretación fitoquímica y farmacológica. Sería ideal saber mediante el estudio anatómico que las muestras de mercado estudiadas sean eficaces para el control de la diabetes y otros síntomas tan solo por la abundancia de células con contenido glucoproteico y lipídico. Esto permitiría que la anatomía descriptiva sistematizada pueda usarse como apoyo a la bioprospección de plantas medicinales.

7. CONCLUSIONES

- Se distinguieron dos grupos de cortezas y tres grupos de maderas estructuralmente diferentes que se comercializan actualmente como guayacán de cinco mercados importantes de la ciudad de México.
- A partir de la comparación anatómico-estructural de las cortezas y maderas de mercado con *G. coulteri*, se evidenció que las especies que se están comercializando actualmente en los principales mercados de la Ciudad de México, no corresponden a la especie *G. coulteri*.
- Por la estructura anatómica de las maderas de mercado, dos de ellas pueden corresponder al género *Lonchocarpus* y otra de las maderas puede corresponder a la lima del género *Citrus*.
- Se hizo la descripción anatómica de la madera y corteza de *G. coulteri* de las cuales no se encontró reporte previo, contribuyendo a la caracterización anatómica e histoquímica que resulta de gran utilidad para su identificación y la validación de los productos que se venden en los mercados.
- Mediante la histoquímica se detectó con más precisión que la estructura de las cortezas y maderas de guayacán de los mercados presentan mayor contenido celular de tipo glucoproteico que los encontrados en la corteza y madera de *G. coulteri*.
- La asociación de la estructura de las cortezas y las maderas que se obtuvieron juntas puede integrarse para una comparación con la estructura anatómica de las especies de *Lonchocarpus* que pudieran corresponder.

Sugerencias y recomendaciones:

Es necesario profundizar en el estudio de la sustitución de especies ya que además de comprobar lo que se está vendiendo, se podrían descubrir nuevas especies botánicas con potencial medicinal.

El estudio anatómico de las cortezas medicinales debería integrarse como un área importante de apoyo en el estudio de las plantas medicinales con el fin de contribuir a la caracterización de estructuras involucradas en su actividad medicinal. Así mismo, es necesario obtener estudios que revelen las características anatómicas de importancia taxonómica y ecológica para identificar mejor a las especies con uso medicinal ya que es en estos casos, en donde frecuentemente se encuentran plantas sin identificar.

En relación al estudio histoquímico, la combinación de dos o más tinciones como es el caso de Schiff/azul negro de naftol o la cuádruple de Johansen, permitieron obtener en un solo proceso, la determinación de la presencia de sustancias específicas, gracias a la reacción química en varios tejidos, facilitando con ello su identificación y la descripción estructural. Es por ello que estas técnicas de tinción se han aconsejado para cuando existen tejidos celulares difíciles de identificar o cuando se requiere que sean visibles, pero se debe tomar en cuenta que algunos reactivos son costosos y algunos procesos pueden ser tardados.

Sería importante realizar un manual actualizado que reúna las técnicas histoquímicas que detecten exclusivamente sustancias de importancia medicinal. Que proporcione información acerca de esas sustancias, la importancia que puede tener su presencia en los tejidos en relación con las enfermedades que podría combatir y a su vez la cantidad que tendría que haber en el tejido para considerar a la planta estudiada como posible materia prima con potencial para futuras investigaciones fitoquímicas. De esa forma, dicho procedimiento podría ser útil para realizar estudios en plantas medicinales que interpreten en un mismo estudio, la anatomía y caracterización química de los tejidos.

Es de suma importancia que exista lo más pronto posible un control sanitario por parte de las autoridades responsables, que regule de alguna manera la venta de las plantas medicinales en los mercados, ya que la constante sustitución, puede afectar la salud de los usuarios o simplemente descontrolarlos acerca de la efectividad de algunos recursos vegetales con uso medicinal.

8. Referencias

8.1 Bibliografía citada

- AGUILAR A. M, LÓPEZ y S, XOLALPA. 1990. La herbolaria en el sur de México. *México desconocido. Herbolaria mexicana*. 6. p39.
- AGUILAR, A. 1988. Las investigaciones en plantas medicinales. Memorias del II Coloquio sobre Medicina Tradicional, ENEP- Zaragoza, UNAM, México, pp. 80-90.
En Aguilar, A. et al. 1994. Herbario medicinal del IMSS. Información etnobotánica. Edit. Redacta, S.A. 1ra. Edición. México. D.F
- AGUILAR, A. 1990. Sistematización de la información sobre medicina tradicional mexicana. Memorias del Cuarto Coloquio de Medicina Tradicional Mexicana. ENEP Zaragoza. México. pp. 77-88. *En Anaya, M. 1991. Estudio etnobotánico del complejo quina en México*. Tesis. Facultad de ciencias, UNAM, México.
- AGUILAR, A. J, CAMACHO. S, CHINO. P, JACQUEZ y M, LÓPEZ. 1994. Herbario medicinal del IMSS. Información etnobotánica. Edit. Redacta, S.A. 1ra. Edición. México. D.F.
- AGUILAR, A y S. XOLALPA. 2002. La herbolaria mexicana en el tratamiento de la diabetes. *Ciencia*. Julio-septiembre. pp. 24-35.
- ALCÁNTARA, E. 2002. Estructura e histoquímica de las partes vegetales usadas en medicina tradicional de *Talauma mexicana*. Tesis. Facultad de ciencias. UNAM. México.
- ANAYA, M. 1991. Estudio etnobotánico del complejo quina en México. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- ANDRADE-CETTO, A. M, HEINRICH. 2005. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*. 99(2005):325-348.

- ÁNGELES, G. J, BARAJAS-MORALES y C, LEÓN-GÓMEZ. 1992. Curso de Anatomía, Morfología e Histoquímica de Cortezas. Instituto de Biología, UNAM.
- ANTICH, I. 1954. La Salud y las plantas, la virtud curativa de las plantas en la terapéutica vegetal. Edit. Barcelona. España.
- ARGUETA, A. L, CANO y M, RODARTE. 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Tomo II. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F.
- AZCÁRRAGA, M. 2004. Un acercamiento etnobotánico al valle de México: plantas útiles en siete mercados urbanos y periurbanos. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- BARAJAS-MORALES, J. R, ECHENIQUE-MANRIQUE y T. CARMONA. 1979. Estructura e identificación. La madera y su uso en la construcción No.3. INIREB, Veracruz. México
- BARAJAS-MORALES, J. C. LEÓN. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones especiales 1. Universidad nacional Autónoma de México. México, D.F.
- BARAJAS-MORALES, J. L. PÉREZ. 1990. Manual de identificación de árboles de la selva baja mediante cortezas. Cuadernos del Instituto de Biología 6, UNAM. México, D.F.
- BARAJAS-MORALES, J. 2004. Anatomía de maderas de México: árboles y arbustos del matorral xorófilo de Tehuacán, Puebla. Publicaciones especiales 19. Universidad nacional Autónoma de México. México, D.F.
- BYE, R y E, LINARES. 1983. The role of plants found in the mexican markets an their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology* 3(1): 1-13.
- BYE, R y R. A. 1986. Medicinal plants of the Sierra Madre: Comparative Study of Tarahumara and Mexican market plants. *Economy Botany*. 40(1): 103-124.

- BYE, R y E, LINARES. 1987. Usos pasados y presentes de algunas plantas medicinales encontradas en los mercados mexicanos. *América Indígena* 47(2): 199-230.
- BYE, R. Jr. 1991. Recursos genéticos en plantas medicinales de México. *En Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de fitogenética, A. C. (SOMEFI) Chapingo, México.
- CARMONA-JIMÉNEZ, M. 1992. Estudio anatómico, morfológico y etnobotánico de algunas maderas del Mercado Sonora. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F.
- CAPASSO, F. B. BALESTRIERI y N. MASCOLO. 1980. Actualidad de las plantas medicinales. *En Estrada-Lugo E. 1996. Plantas Medicinales de México. Introducción a su estudio*. 4ª. Ed. UACH. Estado de México. México. pp. 505-513.
- CHACOCA, A. J, HERNÁNDEZ. C, BUITIMEA. J, YOQUIBO. G, BUITIMEA. 1994. Flora medicinal guarijia de Sonora. *En Flora Medicinal Indígena de México I*. INI. Biblioteca de la medicina tradicional mexicana. México.
- DIAZ, J. 1976. Índice y sinonimia de las plantas medicinales de México. IMEPLAN. México.
- DICKINSON, W. 2000. Integrative plant anatomy. Academic press. EUA.
- ESAU, K. 1987. Anatomía de las plantas con semilla. Editorial hemisferio sur. Uruguay.
- ESTRADA, E. 1982. Manual de técnicas histológicas. Edit. AGT. México.
- FHAN, A. 1978. Anatomía vegetal. H. Blume ediciones. Madrid, España.
- GARAY, E. 1997. Estudio etnobotánico de plantas medicinales del mercado sonora. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México. D.F.

- GARCÍA, B. 1992. Estudio etnobotánico de las cortezas medicinales del estado de Morelos y zonas limítrofes con Puebla y Guerrero. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. México.
- GARCÍA, H. 1991. Plantas curativas mexicanas. (1a. Ed). Panorama. México.
- GARCÍA, M. 1988. Descripción anatómica de la corteza de seis especies del género *Bursera*. Tesis. ENEP Iztacala. UNAM. Estado de México.
- GARLANT, H. D, MIARANDA. L, GRANCE. A, BOHREN y H, KELLER. 2001. Estructura anatómica de la corteza y diseño del ritidoma de *Cedrela fissilis* Vell. y *Cabralea canjerana* subsp. *canjerana* (Vell.) Mart. (*Meliaceae*), Misiones, Argentina. *Quebracho*. 9: 43-53.
- GILG, E. 1950. Botánica aplicada a la farmacia. 3ª. Edición. Editora nacional, S.A. México.
- GIMÉNEZ, A. G, MONGLIA. J, FEMENÍA. 1997. Anatomía de leño y corteza de *Monttea aphylla* (MIERS) Benth et Hook, Scrophulariaceae. *Quebracho*. 6: 44-52.
- GUTIERREZ, M y BETANCOURT. 2002. El mercado de plantas medicinales en México: situación actual y perspectivas de desarrollo. *En*: <http://www.herbotecnia.com.ar/c-public-003.html>
- IAWA, Committee on Nomenclature. 1933. Glossary of terms used in describing woods. *Trop. Woods* 36: 1-12.
- IAWA, Committee on the Standardization of Terms of Cell Size. 1937. Standard terms of lengths of vessel members and wood fiber. *Trop. Woods* 51: 21.
- IAWA, Committee on the Nomenclature. 1939. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. *Trop. Woods* 59: 51-52.
- IAWA, Committe. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10(3): 219-332.

- IMEPLAM. 1978. Plantas medicinales mexicanas con uso popular. 1(3): 5-21.
- JOHANSEN, D. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill. New York.
- JENSEN, W. 1962. Botanical histochemistry: principles and practice. W. H. Freeman y Co., San Francisco. E.U.
- JUNIKKA, L. 1994. Survey of English macroscopic bark terminology. IAWA Journal 15(1): 3-45.
- KUKACHKA, B. 1977. Sectioning refractory wood for anatomical studies. USDA. Forest Service Research. Note-0236.
- LEÓN-GÓMEZ, C. 1997. Arquitectura hidráulica de Vitáceas (lianas) de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias, UNAM. México.
- LEÓN-GÓMEZ, C. G, ANGELES. 1997. Bark anatomy of four tropical Vitaceae from Veracruz, México. IAWA Journal 18(3):215-228.
- LEGORRETA, I. 1989. Estudio comparativo de las plantas usadas para el tratamiento de la diabetes en algunos mercados de México. Tesis. Facultad de ciencias, UNAM. México.
- LÓPEZ, M. J, MÁRQUEZ. G, MURGUÍA. 2005. Técnicas para el estudio del desarrollo en angiospermas. 2ª. Edición. Las prensas de ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- LÓPEZ, R y A, HINOJOSA. 1988. Catálogo de plantas medicinales sonorenses. Universidad de Sonora. México.
- LOZOYA, X y M, LOZOYA. 1982. Flora medicinal de México. Instituto Mexicano del Seguro Social. México.
- LOZOYA, X. A, AGUILAR y J, CAMACHO. 1987. Encuesta sobre el uso actual de las plantas en la medicina tradicional mexicana. *Rev. Méd. IMSS*. 25: 283-291.

- LOZOYA, X. 1990. Presentación y comentarios. *En: Herbolaria de indias*. Monardes, N. Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS. México.
- LOZOYA, X. 1998. La herbolaria en México. Tercer milenio. CNCA. México.
- MANZANERO, G. 1995. Estudio de algunas raíces medicinales frescas del Mercado Sonora, México, D.F. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D. F.
- MARTÍNEZ, M. 1939. Las plantas medicinales de México. 2ª. Ed. Ediciones Botas. México.
- MARTÍNEZ, M. 1959. Las plantas medicinales de México. Ediciones botas. México.
- MARTÍNEZ, M. 1969. Las plantas medicinales de México. Ediciones botas. México.
- MARTÍNEZ, M. 1992. Las plantas medicinales de México. Ediciones botas. México.
- METCALFE, C y L, CHALK. 1972. Anatomy of the dicotyledons. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. Clarendon Press-Oxford. Londres. Vol.1
- MIRANDA, F. 1976. La vegetación de Chiapas. 2ª. Parte. Ediciones Gobierno del Estado. Chiapas, México.
- NIEMBRO, A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. México.
- OFFIAH, N y C. EZENWAKA. 2003. Antifertility properties of the hot aqueous extract of *Guaiacum officinale*. *Pharmaceutical Biology*. 41(6): 454-457.
- PAREDES, C. A, QUINTANAR. S, ACOSTA. G, OROZCO. C. DE LA PAZ y A, TORRE-BLANCO. 2001. Histoquímica de la corteza de cinco angiospermas de una selva baja de Oaxaca. *Madera y Bosques*. 7(2): 49-61.
- PELT, J. 1979. Las plantas medicinales florecen de nuevo. *En Estrada-Lugo E. 1996. Plantas Medicinales de México. Introducción a su estudio*. 4ª. Ed. UACH. Estado de México. México. pp. 499-504.

- PENNINGTON, T. y SARUKHAN. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 2ª edición. Fondo de cultura económica. UNAM. México.
- QUINTANAR, A y J, ZARATE. 2004. Anatomía e histoquímica de la corteza de cinco especies de Moraceae. *Publibotánica*. (17): 15-38.
- RAMAWAT, K. K, SONIE y M, SHARMA. 2004. Therapeutic potential of medicinal plants: an introduction. Capítulo 1. *En* RAMAWAT, K. G. *Biotechnology Of medicinal plants: vitalizer and therapeutic*. Science Publishers. New Hampshire, USA.
- RAMOS, R. F, ALARCON-AGUILAR. A, LARA-LEMUS y J, FLORES-SAENZ. 1992. Hypoglycemic effect of plants used in México as antidiabetics. *Archives of Medical Research*. 23 (1): 59-64
- RAMOS, R. F, ALARCON-AGUILAR. A, LARA-LEMUS y J, FLORES-SAENZ. 1992. Hypoglycemic activity of some antidiabetic plants. *Archives of Medical Research*. 23(3):105-109.
- ROTH, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. *Handbuch der Pflanzen Anatomie*. Band IX. Teil 3. Gebrüder Borntraeger, Berlín.
- SANCHEZ, E. 2002. Caracterización histológica de *Chiranthodendron pentadactylon* Larr. Sterculiaceae usada en medicina tradicional. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F.
- SCAGEL, R. R, BANDONI. J, MAZE. G, ROUSE. W, SCHOFIELD y J, STEIN. 1987. El reino vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona.
- SERRALTA, L y M, PULIDO. 1993. Lista anotada de las plantas medicinales de uso actual en el estado de Quintana Roo, México. Centro de Investigación de Quintana Roo. México.
- SOTO, J. 1987. Las plantas medicinales y su uso tradicional en la cuenca del Río Balsas; estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis. Facultad de ciencias, UNAM. México.

- SPANNHOF, L. 1966. Histoquímica práctica. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- THOMAS, V. PREMAKUMARI, D. REGHU, C. PANIKKAR y C, SARASWATHY.1995. Anatomical and histochemical aspects of bark regeneration in *Hevea brasiliensis*. *Annals of Botany*. 75: 421-426.
- TREJO, B. 1990. Plantas medicinales y fitoquímica. En Estrada-Lugo E. 1996. *Plantas Medicinales de México. Introducción a su estudio*. 4ª. Ed. UACH. Estado de México. México. pp.463-482.
- TROCKENBRODT, M. 1990. Survey and discussion of the terminology used in bark anatomy. *IAWA Bulletin n.s.* 11:141-166.
- VANACLOCHA, B. S, CAÑIGUERAL. 2003. Fitoterapia. Vademécum de prescripción. 4ª. Edición. Editorial Masson. Barcelona.
- WREN, R. 1988. Enciclopedia de Medicina Herbolaria y preparados botánicos. Grijalbo. México.

8.2 Paginas electrónicas

1. <http://www.cites.org/esp/cop/12/prop/S12-P54.pdf>
2. <http://www.cites.org/esp/com/pc/13/S-PC13-02-inf.doc>
3. <http://www.cites.org/esp/cop/11/prop/62.pdf>
4. <http://www.df.gob.mx/ciudad/reportajes/mercados/index.html>
5. <http://www.herbotecnia.com.ar/c-public-003.html>

8.3 Bibliografía consultada

- ÁNGELES, G. F, ORTEGA y P, ZENDEJAS. 2002. Anatomía vegetal sin bisturí. *Ciencia y desarrollo*. Mayo- junio. pp. 19-23.
- CARLQUIST, S. 2001. *Comparative Wood Anatomy*. 2nd Ed. Berlin. Springer Verlag.

- FURUNO, T. 1990. Bark structure of deciduous broad-leaved trees grown in the San'in Region, Japan. *IAWA Bulletin n.s.* 11(3): 239-254.
- GUZMAN, M. 2004. Descripción y comparación de la anatomía vegetativa en plantas cultivadas en Chalco, Estado de México *Amaranthus cruentus* L., (razas africano, guatemalteco y mexicano) y *A. hypochondriacus* L., (razas azteca, mercado, mixteco y nepal). Tesis. Facultad de ciencias. UNAM. México.
- LEÓN-GÓMEZ, C. 2003. Importancia de la madera. La hoja verde No.100. Academia de ecología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México.
- LOZOYA, X. 1994. Two decades of Mexican ethnobotany and research in plant drug. *En: Wiley, J. 1994. Ethnobotany and the search for new drugs*. Simposium 185. Pag. 130-152.
- MEDINA, A. 2004. Descripción anatómica vegetativa de tres cultivares de *Amaranthus cruentus* L. y cuatro de *A. hypochondriacus* L. cultivadas en Montecillo Estado de México. Tesis. Facultad de estudios superiores Iztacala. UNAM. México.
- MENDIETA, R y S, DEL AMO. 1981. Plantas medicinales del estado de Yucatán. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, Veracruz. México.
- PARKER, J. 1975. Mil plantas medicinales. Edit. Utilidad y cultura. México, D. F.
- SOTO, J y M, SOUSA. 1995. Plantas medicinales de la cuenca del río balsas. Cuadernos 25. Instituto de Biología. UNAM.
- USHER, G. 1974. Dictionary of plants used by man. Tinling limited. Gran Bretaña.
- VALDEZ, R. 1990. La herbolaria en el noroeste de México. *México desconocido*. Herbolaria mexicana. No.4.

Páginas electrónicas

<http://www.cites.org/esp/com/pc/11/S-PC11-08-02.pdf>

<http://conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/Fichas%20Técnicas/Guaiacum%20Ocoulteri.pdf>

APÉNDICE

Información bibliográfica sobre el guayacán.

Se encontró que para el nombre de guayacán existen muchas y variadas especies botánicas reportadas por diversos autores.

Cuadro 1. Usos medicinales de las especies reportadas en la bibliografía como guayacán.

Nombre	Especie	Familia	Parte usada	Padecimientos que cura
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> (Martínez, 1939)	Zygophyllaceae	Flores Madera	Tos de tuberculosis. Astringente.
	<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Flores	Tos.
	<i>G. palmeri</i>	Zygophyllaceae	Madera	Se vende en los mercados para purificar la sangre.
	<i>G. sanctum</i>	Zygophyllaceae	Madera	Uso industrial.
	<i>G. officinale</i> (Martínez, 1959)	Zygophyllaceae	Madera	Se usa poco.
Guayacán	<i>Porlieria angustifolia</i>	Zygophyllaceae	Madera y Corteza	Sudorífico y estimulante vascular, reumatismo, enfermedades venéreas y emangogo.
Guayacán o cen, palo santo.	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae	Madera Destilado de la resina con ginebra Campana de Holanda.	Palo remojado para el mal venéreo. Piezas domesticas. Blenorrea y gonorrea.
	<i>G. coulteri</i>	Zygophyllaceae	Corteza	Estimulante. Diaforético y depurativo.
	<i>G. guatemalense</i>	Zygophyllaceae	Extracto y resina.	
	<i>G. palmeri</i> (Martínez, 1969)	Zygophyllaceae	Tintura y Flores	Tos y tuberculosis.
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Madera	Para hacer artículos pesados
	<i>G. planchoni</i> (George, 1974)	Zygophyllaceae		
Guayacán, huaxacan, huaxaxan, matlacuáhuatl, palo santo, son, soon.	<i>G. sanctum</i>	Zygophyllaceae		Uso medicinal
Madera y resina de guayacán.	<i>G. officinale</i> (Díaz, 1976)	Zygophyllaceae		Uso medicinal

Continuación

Guayacán Guayacán real Guayacán	<i>Guaiaicum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Tintura Madera	Estimulante. Sudorífico, expectorante, laxante y astringente. Platos, cucharas, copas, etc.
	<i>Gyminda tonduzii</i>	Celastraceae		Propiedades medicinales.
	<i>Tabebuia guayacán</i>	Bignoniaceae	Madera	Construcción pesada.
	<i>Acacia sp.</i> (Miranda, 1976)	Mimosáceae		
Guayacán, palo santo	<i>Guaiaicum coulteri</i> (IMEPLAM, 1978)	Zygophyllaceae	Hojas	Várices, diabetes, sudar, purgante, astringente. Sífilis, diaforético, estimulante, antitusígeno, antirreumático.
			Corteza	
Guayacán, Ken, Palo de guayacán, palo santo, chunchintok, son, soon, soonchulul.	<i>Guaiaicum sanctum</i>	Zygophyllaceae	Corteza externa Corteza Savia de la corteza	Asma, bubas. Diaforético, diurético, estimulante. Gota. Afecciones de la piel, reumatismo y enfermedades venéreas.
Chakté, balsamo amarillo, balsamo oloroso, corteza de honduras, huesillo, guayacán.	<i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae	Hierba	Diabetes.
Guayacán, palo santo.	<i>Guaiaicum coulteri</i> (Soto, 1987)	Zygophyllaceae	Flores combinadas con otras plantas.	Parte del jarabe de zarzaparrilla, para despertar apetito y quitar ascos del embarazo, parto, úlceras gástricas, digestivo, tumores y otras enfermedades.
Guayacán, guayaco, jazmín de África, palo santo, bendito o de guayacán, huesito, <i>Lignum vitae</i> , <i>Lignum sanctum</i> .	<i>Guaiaicum officinale</i>	Zygophyllaceae	Madera Resina	Antirreumático. Antiinflamatorio, diurético, diaforético y laxante leve. Dolor reumático y gota.

Continuación

Guayacán verdadero o Guayaco Palo santo	<i>Guaiaicum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Aceite	Dientes cariados, enfermedades venéreas.
			Resina	Sudorífico.
Guayacán	<i>Guaiaicum sanctum</i> (Wren, 1988)	Zygophyllaceae	Brebaje	Asma, catarro, catarro pulmonar, sífilis, gonorrea, blenorrea, metrorrea, depurativo de la sangre.
			Raspado de la madera	Hidropesía, asma, gota coral, vejiga, riñones, vitiligo.
			Agua del tronco.	Estómago, diurético, desinflamante de riñón, hígado, cólicos hepáticos, pulmones, enfermedades cutáneas, llagas de la espundia.
Guayacán	<i>Guaiaicum coulteri</i> (López, 1988)	Zygophyllaceae	Fruto	Disentería.
			Flores	Sífilis, reumatismo, tuberculosis, fiebres
Guayacán amarillo, raíz de guayacán o guayacán	<i>Guaiaicum sp.</i> (Legorreta, 1989)	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes.
Guayacán	<i>Guaiaicum officinale</i>	Zygophyllaceae	Resina del tronco (guayacol).	Expectorante, mucolítico y sudorífico. Tos seca sin expectoración, bronquitis agudas, resfrios, gripe, antipirético y dolores musculares.
			Guayol	Moderada acción antiinflamatoria
Palo santo	<i>G. sanctum</i>	Zygophyllaceae	Resina o goma de guayacán.	Sudorífico.
Guayacán genuino o verdadero	<i>G. coulteri</i>	Zygophyllaceae	Medicamentos con ácido guayaico, guayacónico y quayarético.	Se usa como expectorante y antiasmático.
	<i>G. palmeri</i> (Lozoya, 1990)	Zygophyllaceae		
Guayacán	<i>Sweetia panamensis</i> (García, 1991)	Fabaceae	Corteza	Depurativo de la sangre. Sífilis y tuberculosis.
			Madera	Hidropesía y retención de orina.
			Flores	Reumatismo y catarro pulmonar.

Continuación

Guayacán	<i>Bursera copallifera</i>	Burseraceae	Corteza	Diabetes
	<i>Bursera fagaroides</i>	Burseraceae		
	<i>Bursera glabrifolia</i>	Burseraceae		
	<i>Acacia chaconensis</i>	Fabaceae		
	<i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae		
	<i>Porlieria angustifolia</i>	Zygophyllaceae		
	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae		
	<i>G. coulteri</i>	Zygophyllaceae		
	<i>G. guatemalense</i>	Zygophyllaceae		
	<i>G. palmeri</i>	Zygophyllaceae		
	<i>Viscainoa geniculata</i>	Zygophyllaceae		
	<i>Peltostigma pteleoides</i>	Rutaceae		
	<i>Gyminda tonduzii</i>	Celastraceae		
<i>Tabebuia guayacan</i>	Bignoniaceae			
Guayacán amarillo y Guayacán rojo	<i>Conzattia multiflora</i> (García, 1992)	Fabaceae	Corteza Compuesto de guayacán amarillo con otras especies. Compuesto de guayacán rojo, amarillo y otras especies.	Diabetes. Para el hígado y la bilis. Diabetes.
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> (Ramos <i>et al.</i> , 1992 a,b)	Zygophyllaceae		Diabetes.
Guayacán o cen, palo santo.	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae	Madera Destilado de la resina con ginebra Campana de Holanda.	Remojo del palo para mal venéreo. Piezas domesticas. Blenorrea y gonorrea.
Guayacán, palo santo, huaxaxán, matlacuáhuatl, soon, son.	<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Madera Raspadura Flores	Estimulante, diaforético y depurativo. Astringente. Tos de los tuberculosos
	<i>Porlieria angustifolia</i> (Martínez, 1992)	Zygophyllaceae	Madera Corteza	Sudorífico y estimulante vascular, reumatismo. Emagogo.
Guayacán, guacima, guazuma, guacimo, chunchintok, son, soon, soonchulut.	<i>Guaiacum sanctum</i> (Serralta y Pulido, 1993)	Zygophyllaceae	Madera	Estimulante, diaforético, purgante, enfermedades venereas, reumatismo, expectorante, sudorífico y antiséptico.

Continuación

Guayacán	<i>Acosmium panamense</i>	Fabaceae	Corteza	Malaria, tuberculosis, hemorragia, dolor de estómago.
	<i>Solandra grandiflora</i>	Solanaceae		Asma, hipotensor.
	<i>Guaiaicum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Corteza	Tos, tuberculosis.
Guayacán amarillo	<i>Guaiaicum sp.</i> (Aguilar, 1994)	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes.
Guayacán	<i>G. coulteri</i> (Chacoca, 1994)	Zygophyllaceae	Madera	Golpes y dolores fuertes.
Guayacán	<i>Acosmium panamense</i>	Fabaceae	Corteza	Digestivo, dolor de estómago, diarrea.
	<i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae	Madera	Hemorragias. Bronquitis, tos.
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Corteza	Anemia y estreñimiento
	<i>Guaiaicum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Tallo	Úlceras gástricas.
	<i>Guaiaicum sanctum</i> (Argueta, et al.1994)	Zygophyllaceae	Tallo	Enfermedades venéreas y cutáneas
Ahuayacán o huayacán	<i>Guaiaicum sanctum</i> (Garay, 1997)	Zygophyllaceae	Madera	Diabetes e hígado.
akté, cencerro, guayacán, bálsamo amarillo, huesillo, bálsamo oloroso, corteza de Honduras	<i>Acosmium panamense.</i> Sinonimia: <i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae	Madera	Chapas, parquet, lambrín, duela, durmientes, postes y construcción.
Amapa prieta, primavera, verdecillo, lombricillo, guayacán,	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Madera	Para fines de ebanistería.
Guayacán, chumchintoc, matlacuahuitl mot-zi, palo santo, yaga-gupi, yaga-naa.	<i>Guaiaicum coulteri</i> (Pennington y Sarukán, 1998)	Zygophyllaceae	Madera	Ejes de ruedas para las carretas, durmientes. Medicinal
			Hierba	
Guayacán	<i>Guaiaicum coulteri</i> (Aguilar, 1990)	Zygophyllaceae	Madera Flores Frutos	Disentería, sífilis. Tuberculosis. Reumatismo, dolores de cabeza y fiebres.
Guayacán amarillo	<i>Lonchocarpus cruentus</i>	Fabaceae		
	<i>Guaiaicum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes
	<i>G. sanctum</i> (Aguilar, 2002)	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes
Guayacán	<i>G. sanctum</i> <i>G. officinale</i> <i>G. palmeri</i> <i>G. planchoni</i> <i>G. unijugum</i> <i>G. guatemalense</i>	Zygophyllaceae	Madera	Construcción y medicinal

Continuación

Guayacán, Árbol santo, matlaquahuitl yaga-na, yutnutandaa.	<i>G. coulteri</i> (Web. 1)	Zygophyllaceae	Madera	Construcción y medicinal
	<i>Guaiacum officinale</i> (Vanaclocha, 2003)	Zygophyllaceae	Leño	Diurético, diaforético, antirreumático, laxante suave.
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i>	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes
	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae		
	<i>Lonchocarpus cruentus</i> (Chetto y Heinrich 2005)	Fabaceae		

En los siguientes cuadros se muestra un listado de las especies que fueron citadas como guayacán en la literatura consultada, empezando por la especie que tuvo más citas después de *G. coulteri* y finalizando con las que tuvieron menos, además se incluyó la parte de la planta que se usa y el padecimiento para el que se recomienda.

Cuadro 2. Resumen de las partes y usos medicinales de *Guaiacum sanctum* reportados en la literatura.

Especie	Familia	Nombres
<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae	Guayacán, guayacán genuino o verdadero, ahuayacán o huayacán cen, Ken, palo santo, guacima, guazuma, guacimo, huaxacan, huaxaxan, matlacuahuitl, son, soon chunchintok, soonchulul, chun chintok.
Parte usada	Padecimientos que cura	
Madera	Estimulante, diaforético, purgante, enfermedades venéreas y cutáneas, reumatismo, fiebre, para fortalecer la vista, expectorante, sudorífico, diabetes e hígado, antiséptico, blenorrea y gonorrea, industrial, piezas domesticas.	
Corteza externa	Diaforético, diurético, estimulante.	
Corteza	Asma, bubas.	
Savia de la corteza (local)	Gota, afecciones de la piel, diabetes. Reumatismo y enfermedades venéreas.	
Aceite	Dientes cariados, enfermedades venéreas. Sudorífico.	
Resina o goma de guayacán.	Sudorífico. Propiedades diaforéticas, purgantes y tónicas.	
Brebaje	Asma, catarro, catarro pulmonar, sífilis, gonorrea, blenorrea, metrorrea, depurativo de la sangre.	
Medicamento con ácido guayaico, guayacónico y guayarético	Se usa como expectorante y antiasmático.	
Raspado de la madera.	Hidropesía, asma, gota coral, vejiga, riñones, vitiligo.	
Agua del tronco.	Estómago, diurético, desinflamante de riñón, hígado, cólicos hepáticos, pulmones, enfermedades cutáneas, llagas de la espundia.	
Destilado de la resina con ginebra Campana de Holanda.	Blenorrea y gonorrea.	

Cuadro 3. Resumen de las partes y usos medicinales de *Guaiacum officinale* reportados en la literatura.

Especie	Familia	Nombres
<i>Guaiacum officinale</i>	Zygophyllaceae	Guayacán, guayaco, jazmín de África, palo santo, bendito o de guayacán, huesito, <i>Lignum vitae</i> , <i>Lignum sanctum</i> .
Parte usada	Padecimientos que cura	
Madera	Antirreumático, antiinflamatorio, diurético, diaforético y laxante leve. Dolor reumático y gota.	
Resina	Expectorante, mucolítico y sudorífico.	
Guayaicol.	Tos seca sin expectoración, bronquitis agudas, resfrios, gripe, antipirético y dolores musculares.	
Guayol	Moderada acción antiinflamatoria	

Cuadro 4. Resumen de las partes y usos medicinales de *Guaiacum palmeri* reportados en la literatura.

Especie	Familia	Nombres
<i>Guaiacum palmeri</i>	Zygophyllaceae	Guayacán, guayacán genuino o verdadero
Parte usada	Padecimientos que cura	
Flores y tintura	Tos, tuberculosis	
Madera	Astringente, purificar sangre.	
Corteza	Estimulante, diabetes.	
Extracto y resina.	Diaforético y depurativo.	
Resina o goma de guayacán.	Sudorífico.	
Medicamento con ácido guayaico, guayaicónico y guayarético.	Se usa como expectorante y antiasmático.	

Cuadro 5. Resumen de las partes y usos medicinales de *Sweetia panamensis* reportados en la literatura.

Especie	Familia	Nombres
<i>Sweetia panamensis</i>	Fabaceae	Chakté, balsamo amarillo, balsamo oloroso, corteza de honduras, huesillo, guayacán. Nootxk, notsky. Samcuy.
Parte usada	Padecimientos que cura	
Madera	Medicinal.	
Corteza	Padecimientos del aparato digestivo. Dolor de estómago y barriga, diarrea, antipalúdico y hemorragia. Tos, sarna y mordedura de serpiente.	
Tallo con otras plantas	Tos y bronquitis.	

Cuadro 6. Resumen de las partes y usos medicinales de las especies menos citadas en la literatura como guayacán.

Nombre	Especie	Familia	Parte usada	Padecimientos que cura
Guayacán	<i>Porlieria angustifolia</i>	Zygophyllaceae	Madera y corteza Corteza	Sudorífico y estimulante vascular, reumatismo. Emagogo. Diabetes
Guayacán	<i>Acosmium panamense</i>	Fabaceae	Corteza	Malaria, tuberculosis, hemorragia, dolor de estómago. Sarna
Guayacán	<i>Guaiacum guatemalense</i>	Zygophyllaceae	Corteza Extracto y resina. Tintura y Flores	Estimulante, diabetes. Diaforético y depurativo. Tos y tuberculosis.
Guayacán	<i>Tabebuia guayacán</i>	Bignoniaceae	Corteza	Diabetes
Amapa prieta, primavera, verdecillo, lombricillo, guayacán. Ahuche, hokub	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	Madera	Para fines de ebanistería. Anemia, dolor de abdomen y estreñimiento.
Guayacán real	<i>Gyminda tonduzii</i>	Celastraceae	Corteza	Diabetes
Guayacán	<i>Guaiacum planchoni</i>	Zygophyllaceae	Madera	Para hacer artículos pesados
Guayacán	<i>Lonchocarpus cruentus</i>	Fabaceae	Corteza	Diabetes
Guayacán amarillo y Guayacán rojo	<i>Conzattia multiflora</i>	Fabaceae	Corteza. Compuesto de guayacán amarillo con otras especies. Compuesto de guayacán rojo, amarillo y otras especies.	Diabetes. Para el hígado y la bilis. Diabetes.
Guayacán	<i>Guaiacum unijugum</i>	Zygophyllaceae	Madera	Para hacer artículos pesados
Guayacán	<i>Viscainoa geniculata</i>	Zygophyllaceae	Corteza	Diabetes
Guayacán	<i>Peltostigma pteleoides</i>	Rutaceae	Corteza	Diabetes
Guayacán	<i>Solandra grandiflora</i>	Solanaceae		Asma, hipotensor.
Guayacán	<i>Bursera copallifera</i>	Burseraceae		
Guayacán	<i>Bursera fagaroides</i>	Burseraceae		
Guayacán	<i>Bursera glabrifolia</i>	Burseraceae		
Guayacán	<i>Acacia chaconensis</i>	Fabaceae		
Guayacán	<i>Acacia sp.</i>	Fabaceae		

Información sobre el guayacán obtenida en los mercados.

Enseguida se presenta la información que se obtuvo en las encuestas que se les hizo a algunos comerciantes de plantas medicinales de los mercados.

Cuadro 7. Información sobre el guayacán proporcionada por los comerciantes de los mercados.

Mercado	Local	Información del comerciante				Observaciones	
		Costo	De donde se los traen	Para que lo recomiendan	Modo de preparación		
Sonora	1	\$10.00	Guerrero	Diabetes	Hay que hervirlo y tomarlo como agua de uso.	Se visitaron diez puestos más y se observó que en apariencia todos manejaban el mismo guayacán excepto uno, que además vendía guayacán rojo.	
	2	\$10.00	Veracruz	Principalmente para la diabetes pero también para los riñones, como diurético y purificador de la sangre.	Los trozos que agarre la mano (aprox. 3) se hierven en 1 litro de agua. El te se toma durante todo el día.		
	3	\$10.00	No sabe	Principalmente para la diabetes, pero también como diurético.	Se hierve en 1 litro de agua tres o cuatro trozos y se toma como agua de uso.		
Jamaica	1	\$5.00	No sabe	Sirve principalmente para la diabetes. También para el riñón y purificar la sangre.	Se hierven tres cachitos de la planta en 1 litro de agua y se toma tres veces al día.	El recipiente en donde almacenaba la madera, decía "lima". Al hacerle la observación aseguró que era guayacán.	
	2	\$5.00	Chiapas y Veracruz .	Para la diabetes, el dolor de estomago e hígado.	Se pone 1 palito para ¼ de agua y se toma en ayunas diariamente.		
	3	\$5.00	Se lo traen de Chalco y del mercado Sonora	Sirve como diurético, para el riñón y para la diabetes.	Se pone un puño de madera para 2 o 3 litros de agua y se toma como agua de uso.		
Xochimilco	1	\$10.00	Lo compra en el mercado Sonora. Dice que lo traen desde Chiapas.	Para la diabetes y el hígado.	Se hierven tres trozos de la planta en 1 litro de agua y se toma en el día.	Ellos mismos tienen otro puesto en donde también lo recetan para la vesícula. Lo escriben como Huayacan.	
	2	\$10.00	Se lo traen de Chiapas y de Guerrero.	Se receta para el colesterol, el hígado y mejorar la circulación.	Se ponen dos o tres tablillas para 1 litro de agua. Se toma todo el día.		Único local en donde la planta no se recomendó para la diabetes. En ocasiones un señor que viene de Oaxaca le surte el guayacán.
	3	\$10.00	Se lo traen de Guerrero y de Michoacán.	Se usa para controlar la diabetes y para purificar la sangre.	Se ponen tres tablillas en 1 litro de agua y se toma el litro a lo largo del día.		
Pasaje Catedral	1	\$10.00	Lo traen de Río Frio, Puebla.	Para controlar la diabetes.	Se hierven dos cucharadas de la madera picada y se toma como agua de uso.	Lo conocen también como palo de guayacán y en los tres locales la corteza se vendió casi molida.	
	2	\$12.00	Se lo traen y sabe que viene de Guerrero.	Para la diabetes	Se ponen dos cucharadas en 1 litro de agua y se toma en todo el día como agua de uso.		
	3	\$12.00	Consultó el libro de Maximino Mtz. Para indicar que lo traen de Veracruz, Tabasco y Chiapas.	Para la diabetes.	Se ponen tres cucharadas soperas por 1 litro de agua, se hierve por cinco minutos y se toma como agua de uso.		
San Ángel (M. Muzquiz)	1	\$10.00	Lo traen del mercado Sonora.	Para la diabetes, riñones, purificar la sangre y para sacar los parásitos.	Se hierven trozos muy chicos de la corteza para ½ litro de agua. Se toma en el día.	Dice que a este guayacán lo conocen en Morelos como Guamuchil, el cual es muy abundante allá.	
	2	\$10.00	Lo compra en el mercado Sonora. Y le dicen que Guerrero	Lo usan para la diabetes, para la garganta y para aliviar los bronquios en un preparado con otras plantas.	Se hierven cinco trozos de cortezas en 1 litro de agua y se toma en el día.		
	3	\$5.00	Se lo traen de Guerrero y de Michoacán.	Se usa para el control del azúcar.	Se hierven dos rajitas de la corteza en ½ litro de agua y se toma una taza en ayunas.		El vendedor se surte se sus plantas en "La casa del te" cerca del mercado Sonora.

En el siguiente cuadro, se muestra la irregularidad en la parte de la planta que se vende como guayacán en los mercados ya que de 15 locales visitados, en 1 se obtuvo solo madera, en 6 madera y corteza y en 8 solo corteza, siendo ésta última la de mayor frecuencia.

Cuadro 8. Partes de la planta que se venden en los locales de los mercados visitados al comprar guayacán.

Local	Sonora	Jamaica	Xochimilco	Pasaje Catedral	San Ángel
1	M y C	M y C	C	C	C
2	M y C	C	M y C	C	C
3	C	M	M y C	M y C	C

Corteza (C) y Madera (M)