



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Ecología

Ecología

**ARQUITECTURA DE PLANTAS LEÑOSAS Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE LA
MADERA Y LA BIOMASA DE DOS COMUNIDADES LIMITADAS POR AGUA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

VÍCTOR ALONSO FIGUEROA ABUNDIZ

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: Dra. Angelina Martínez Yrizar
Instituto de Ecología, UNAM

COMITÉ TUTOR: Dra. Ana Elena Mendoza Ochoa
Instituto de Ecología, UNAM

Dr. Erick de la Barrera Montpellier

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM

MÉXICO, D.F. AGOSTO, 2015



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Ecología

Ecología

**ARQUITECTURA DE PLANTAS LEÑOSAS Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE LA
MADERA Y LA BIOMASA DE DOS COMUNIDADES LIMITADAS POR AGUA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

VÍCTOR ALONSO FIGUEROA ABUNDIZ

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: Dra. Angelina Martínez Yrizar
Instituto de Ecología, UNAM

COMITÉ TUTOR: Dra. Ana Elena Mendoza Ochoa

Instituto de Ecología, UNAM

Dr. Erick de la Barrera Montpellier

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM

MÉXICO, D.F. AGOSTO, 2015

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted, que el Subcomité de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas, en su sesión ordinaria del día 27 de abril de 2015., se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del Posgrado en Ciencias Biológicas, del alumno **FIGUEROA ABUNDIZ VICTOR ALONSO** con número de cuenta: **304320493** con la tesis titulada **"ARQUITECTURA DE PLANTAS LEÑOSAS Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE LA MADERA Y LA BIOMASA EN DOS COMUNIDADES LIMITADAS POR AGUA"**, bajo la dirección de la **DRA. ANGELINA MARTÍNEZ YRIZAR**:

Presidente:	DRA. TERESA MARGARITA TERRAZAS SALGADO
Vocal:	DRA. JULIETA ALEJANDRA ROSELL GARCÍA
Secretario:	DRA. ANA ELENA MENDOZA OCHOA
Suplente:	DR. VICTOR JARAMILLO LUQUE
Suplente	DR. ERICK DE LA BARRERA MONTPELLIER

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 24 de junio de 2015.

M. del Coro Ariz

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del interesado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM y al Instituto de Ecología de la UNAM por haberme brindado la oportunidad de cursar la maestría y de realizar el presente trabajo. De igual manera agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyarme con una beca para realizar mis estudios de maestría a lo largo del posgrado.

A lo largo del desarrollo de mi proyecto de investigación he recibido el apoyo y ayuda de varias personas e instituciones. En primer lugar quisiera agradecer de una manera muy especial a la Dra. Angelina Martínez Yrizar el gran apoyo y asesoría que me ha brindado. Gracias a sus recomendaciones, asesorías, comentarios y su enseñanza he logrado sacar adelante este proyecto y me ha ayudado a desarrollarme profesionalmente en el ámbito científico.

A los miembros de mi comité tutorial, el Dr. Eric de la Barrera y la Dra. Ana Mendoza por sus consejos y recomendaciones que ayudaron a mejorar mi trabajo de tesis, y por la revisión del escrito de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

De una manera muy especial agradezco al Dr. Alberto Búrquez por compartirme sus experiencias y su gran conocimiento, que me ayudo en gran medida a aclarar mis ideas y a plantearme nuevas preguntas que sin duda enriquecieron mi trabajo de tesis.

A la Dra. Teresa Terrazas que me permitió realizar una estancia de investigación en sus instalaciones y por sus sugerencias para el mejoramiento de mi tesis.

Agradezco a la Dra. Julieta Alejandra Rosell por revisar mi tesis y hacerme las recomendaciones necesarias para mejorarla.

Al Dr. Daniel Muñoz Iniestra que brindo sus instalaciones para elaborar los análisis de suelo y al Sr. Sergio Torres que me permitió trabajar en su propiedad.

Agradezco a todas las instituciones por prestarme sus instalaciones para desarrollar el trabajo de tesis: a la Estación Regional Noroeste de la UNAM Unidad Hermosillo, al Instituto de Biología de la UNAM y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM.

Muchos fueron los que me ayudaron y acompañaron a realizar el trabajo de campo: al M. en C. Jesús Adrián Bojórquez Valdez, al Biól. David Parra, al M. en C. Ricardo Félix, a Mirsa Bojórquez y a Tokia Casimiro. Pero de una manera muy especial a la Dra. Enriquena Bustamante Ortega por su apoyo técnico en campo y en laboratorio.

A mis compañeros del laboratorio en Hermosillo con quienes discutí y compartí varios aspectos de mi proyecto: la Dr. Bárbara Larraín Barrios, al Dr. Eugenio Larios y al Dr. Juan Carlos Álvarez-Yépiz.

Agradezco a Erika Rodríguez Reyes por todas sus atenciones y al M. en I. Alejandro René González Ponce por brindarme su apoyo en todas las videoconferencias que realice a lo largo del posgrado.

Quiero agradecer a mi familia que me han apoyado en toda mi carrera con su amor y comprensión, me han ayudado a crecer de manera personal y profesional.

A Acoyani, por su apoyo a lo largo de toda mi investigación, y por todo su cariño y comprensión.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Antecedentes	6
3. Preguntas de investigación	10
4. Objetivo general	11
4.1 Objetivos particulares	11
5. Hipótesis y predicciones	12
6. Materiales y métodos	13
6.1 Sitios de estudio	13
6.2 Métodos de campo	16
6.3 Selección de especies y de individuos	16
6.4 Mediciones morfométricas y la biomasa	18
6.5 Determinación de la Densidad de la madera (WD)	19
6.6 Medición de los rasgos anatómicos de la madera	20
6.7 Humedad y características del suelo y datos climáticos.	21
6.8 Análisis estadísticos	22
7. Resultados	25
7.1 Especies de Planicies de Sonora	25
7.1.1 Especies de las Islas de diversidad	25
7.1.2 Especie aisladas	38
7.2 Especies de la Selva Baja Caducifolia	48
7.2.1 Rasgos arquitecturales de las especies de la Selva Baja Caducifolia	48
7.2.2 Biomasa de las especies de la Selva Baja Caducifolia	52
7.2.3 Densidad de la madera (WD) de las especies de la Selva Baja Caducifolia	53
7.2.4 Rasgos anatómicos de la madera de las especies de la Selva Baja Caducifolia	54
7.2.5 Variabilidad intraespecífica de los rasgos funcionales en la Selva Baja Caducifolia	57
7.3 Comparación entre comunidades	59
7.4 Relaciones alométricas	65
7.4.1 Relaciones alométricas de la densidad de la madera (WD)	65
7.4.2 Relaciones alométricas de la biomasa con los rasgos de arquitectura y anatómicos de la madera	66

7.4.3 Relaciones alométricas de los rasgos de arquitectura con los rasgos anatómicos de la madera	67
7.5 Comparación de individuos de una misma especie que crecen en Planicies de Sonora y en la Selva Baja Caducifolia	71
7.6 Comparación de individuos de una misma especie que crecen en islas de diversidad y aislados de Planicies de Sonora	72
8. Discusión	74
8.1 Variabilidad interespecífica e intraespecífica	74
8.1.1 Variabilidad interespecífica e intraespecífica de la densidad de la madera	74
8.1.2 Variabilidad interespecífica e intraespecífica de los rasgos de arquitectura	75
8.1.3 Variabilidad intraespecífica e interespecífica de rasgos anatómicos de la madera	77
8.2 Relaciones alométricas y asignación de biomasa	78
8.2.1 Densidad de la madera y su relación con las propiedades de las fibras del xilema	78
8.2.2 Asignación de biomasa	79
8.3 Individuos de una misma especie creciendo en islas de diversidad y aislados en Planicies de Sonora	82
9. Conclusiones	84
10. Bibliografía	85
11. Anexo	91

Resumen

En el presente trabajo se estudió la variabilidad intraespecífica e interespecífica de dos comunidades con limitación hídrica por baja precipitación. Se estudiaron las respuestas plásticas de las especies al crecer en diferentes grados de disponibilidad de agua y se analizó como es la asignación de biomasa en las especies que se enfrentan este fuerte filtro ambiental. El trabajo se desarrolló en el noroeste de México, en el estado de Sonora. Los sitios de estudio se establecieron en Planicies de Sonora una subdivisión del Desierto Sonorense, y en la selva baja caducifolia en San Javier, Sonora. Se analizaron los rasgos de arquitectura, los rasgos anatómicos de la madera, la densidad de la madera y la biomasa de las especies con mayor valor de importancia de Planicies de Sonora y la selva baja caducifolia. Se seleccionaron 8 especies en Planicies de Sonora y 13 en la selva baja caducifolia; las dos comunidades comparten 4 especies: *Bursera fagaroides*, *Bursera laxiflora*, *Fouquieria macdougalii* y *Jatropha cordata*.

La densidad de la madera mostró una gran amplitud a nivel interespecífico en las dos comunidades, lo cual puede ser debido a la composición florística de origen tropical. Mientras que a nivel intraespecífico no hubo variabilidad en las especies dentro de cada comunidad. Sin embargo, en *Bursera fagaroides* y *Fouquieria macdougalii* presentan una densidad mayor en los individuos que crecen en Planicies de Sonora en comparación con los individuos de la selva baja caducifolia, lo que sugiere a pensar que la densidad de la madera es un rasgo plástico en algunas especies y es posible que ésta tienda a incrementar al incrementarse la aridez.

Las especies de Planicies de Sonora invierten la biomasa en la producción de tallos secundarios disminuyendo en altura. *Jatropha cardiophylla* aumenta el número de ramas al incrementarse la aridez en Planicies de Sonora. Mientras que las especies que están presentes en Planicies de Sonora y en la selva baja caducifolia mostraron un incremento en el número de tallos secundarios y una disminución en altura. A nivel anatómico también hay ajustes que realizan las plantas. *Mimosa distachya* muestra un ajuste en los rasgos de los vasos del xilema, mostrando un incremento en el número de vasos por mm² al encontrarse en sitios más áridos en Planicies de Sonora. Lo cual puede ser una estrategia para evitar que se impida la conducción por la formación de embolismos en el xilema.

Abstract

In this study, the intraspecific and interespecific variation in plant traits were investigated in two different drought-deciduous, water-limited communities. The biomass allocation and the plastic response of woody species growing under different water availability conditions were also analyzed. The study was conducted in the Sonora state, northwestern Mexico. The study sites were located in two contrasting plant communities: one in the Plains of Sonora subdivision of the Sonoran Desert and the other in the tropical deciduous forest in Sierra San Javier. Plant architecture, wood anatomy, wood density and biomass traits were analyzed in the most important species in each community: eight desert species and 13 tropical deciduous forest species. Four of these species are present in both communities: *Bursera fagaroides*, *Bursera laxiflora*, *Fouquieria macdougalii* y *Jatropha cordata*. Interspecific variation in wood density in both communities was high, probably related to their floristic composition of tropical origin. At the intraspecific level, the variation was not significant in any community and it was lower than 30%. *Bursera fagaroides* y *Fouquieria macdougalii* wood density was higher in the individuals growing in Planicies de Sonora than in the tropical deciduous forest, suggesting plasticity of wood density in some species with a trend to increase with increasing aridity.

The species of Plains of Sonora invest biomass in the production of secondary stems and decreased in height. *Jatropha cardiophylla* increased the number of branches with aridity in the Plains of Sonora. In contrast, the species growing in both sites showed an increase in the number of secondary stems and a decrease in height. Wood anatomy also varied among the species, *Mimosa distachya* seems to regulate its vessels traits by increasing the number of vessels/mm² in the drier Plains of Sonora site, a key strategy which prevents the formation of embolisms.

1. Introducción

Los filtros ambientales son factores estructuradores de las comunidades. Los hábitats son considerados filtros, así como las condiciones extremas de sequía, inundaciones, heladas, eventos de fuego, etc. Éstos filtran a los genotipos, ya que se remueven a las especies cuyos rasgos no le permiten sobrevivir a las condiciones ambientales (Keddy, 1992). La limitación hídrica es considerada un fuerte filtro ambiental, ya que los patrones de distribución de la vegetación, en gran medida, están influenciados por la disponibilidad de agua en el suelo (Marasco *et al.*, 2013), particularmente en ambientes áridos (Noy-Meir, 1973; Búrquez y Quintana, 1994) y semiáridos (Rietkerk *et al.*, 2004; Masco *et al.*, 2013). Por ello, en la última década se ha intensificado el estudio de los rasgos funcionales y las estrategias que emplean las plantas ante los filtros ambientales con la finalidad de entender las adaptaciones que éstas presentan ante diferentes condiciones ambientales. Por ello, se han estudiado las relaciones que existen entre los rasgos de las plantas (Díaz *et al.*, 2004; Albert *et al.*, 2010) y los cambios de los rasgos a través de gradientes (Martínez y López-Portillo, 2003; Wright *et al.*, 2005; Albert *et al.*, 2010). De esta forma ha sido posible explicar la respuesta espacial y temporal de las plantas a la heterogeneidad ambiental.

La limitación hídrica puede influir en los rasgos morfométricos (Martínez y López-Portillo, 2003; Poorter *et al.*, 2012) y anatómicos (Carlquist, 1975; 1977; 1984; 1985; 1987; 1989; Chave *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014) de las plantas. Se ha documentado que la limitación de hídrica puede influir en la densidad de la madera (Muller-Landau *et al.*, 2004; Swenson y Enquist, 2007; Martínez-Cabrera, 2009; Wiemann y Williamson, 2012) y los patrones de asignación de biomasa (Martínez y López-Portillo, 2003; Weiner, 2004; Poorter *et al.*, 2012). Los rasgos pueden variar a lo largo de gradientes, ya sea a nivel intraespecífico o a nivel interespecífico y las respuestas plásticas que presentan las especies son un gran tema de estudio ecológico y evolutivo.

La variabilidad intraespecífica e interespecífica de los rasgos funcionales morfométricos de las plantas puede tener efectos de gran importancia en la dinámica y ensamblaje de las comunidades (Keddy, 1992; Albert *et al.*, 2010) y en el funcionamiento de los ecosistemas (Crutsinger *et al.*, 2006; Lecerf y Chauvet 2008; Albert *et al.*, 2010). Mientras que la variabilidad interespecífica ha sido ampliamente estudiada (Martínez y López-Portillo, 2003; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Poorter *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Lida *et al.*, 2012; Sholz *et al.*, 2014), la variabilidad

intraespecífica no ha sido igualmente analizada en detalle (King, 2006; Martínez y López-Portillo, 2003; Albert *et al.*, 2010), ya que se da por hecho que ésta es despreciable en comparación con la variabilidad interespecífica. Sin embargo, la importancia de la variabilidad intraespecífica raramente ha sido examinada a pesar de que se ha encontrado que la variación entre individuos de la misma especie puede alterar la estructura o la dinámica ecológica de la comunidad (Albert *et al.*, 2010).

Con base en lo anterior y con el propósito de entender el papel de la variabilidad de los rasgos funcionales en las plantas a nivel interespecífico e intraespecífico, en el presente trabajo se analizan los rasgos funcionales de las plantas leñosas en dos comunidades (un matorral desértico y una selva baja caducifolia) ubicadas a lo largo de un gradiente ambiental de limitación hídrica. De esta manera se explora las respuestas alométricas de distintas especies ante restricciones hídricas y la plasticidad de los rasgos que éstas poseen para solventar la limitación hídrica. Así mismo, se estudia dentro de una comunidad, cuáles son los rasgos que convergen entre las especies ante un fuerte filtro ambiental como la limitación hídrica y qué respuestas alométricas presentan en términos de asignación de biomasa. Estos temas de estudio son relevantes para entender los mecanismos de respuesta de las plantas al estrés ambiental por limitación hídrica.

La diferencia de asignación de biomasa en las partes de una planta involucra disyuntivas (“trade-offs”), es decir, la asignación a una parte del individuo a costa de otra; las disyuntivas son un compromiso en el cual se obtiene un beneficio a costo de un riesgo o una situación desfavorable (Poorter *et al.*, 2009; Lida *et al.*, 2012). Una manera de estudiar las disyuntivas entre rasgos funcionales que se presentan en las especies para resolver los problemas de estrés ambiental, es analizando las relaciones alométricas morfométricas de las especies, por ejemplo, las relaciones entre los rasgos de la copa y los rasgos del tallo o la altura total de la planta. Así como también estudiar las relaciones alométricas entre los rasgos de arquitectura y los rasgos anatómicos de la madera, lo cual conllevaría a tener un mejor entendimiento de los patrones de asignación de biomasa y vincularlos con el ambiente. La manera en que las relaciones alométricas pueden cambiar dentro de una especie a lo largo de un gradiente, lo cual ha sido un aspecto de la ecología funcional pobremente estudiado, puede estar relacionado con la plasticidad que ayuda a las plantas a enfrentar/solventar las presiones del ambiente. Dos ambientes con diferentes limitaciones hídricas con similitudes en la composición de especies, es ideal para estudiar los patrones de asignación de biomasa y cómo cambian estos patrones en diferentes condiciones de humedad;

claro está que hay otros factores ambientales que pueden influir en los patrones de asignación de biomasa que también se deben de tomar en cuenta.

Así, en el presente trabajo se propuso realizar un estudio comparativo entre dos tipos de ecosistemas contrastantes en estructura y funcionamiento: las Planicies de Sonora (PS), una subdivisión del Desierto Sonorense, y la selva baja caducifolia (SBC) en San Javier, Sonora (Figura 1). Estas dos comunidades tienen especies en común, pero difieren en cuanto a la limitación hídrica por precipitación anual, representando una condición ideal para estudiar y analizar los patrones de asignación de biomasa y las relaciones entre los rasgos funcionales ante un filtro ambiental que es la limitación hídrica. Además, el estudio brinda la oportunidad para documentar la variabilidad intraespecífica en los rasgos funcionales ante las diferentes condiciones de humedad que prevalecen en el desierto y la selva baja caducifolia.

2. Antecedentes

Los rasgos funcionales de las plantas son el resultado del proceso evolutivo ante restricciones ambientales bióticas y abióticas. Es así que los rasgos funcionales de las plantas y su variabilidad intraespecífica e interespecífica han recibido una gran atención en los últimos años para examinar la relación de los rasgos a nivel comunitario con las perturbaciones, patrones espaciales de coexistencia entre las especies (Keddy, 1992; Pockman y Sperry, 2000; Muller-Landau, 2004; Swenson y Enquist, 2007; Albert *et al.*, 2010; Lida *et al.*, 2012), patrones sucesionales y almacenamiento de carbono (Wiemann y Williamson, 2012).

Los “rasgos” son cualquier característica que se puede medir de un individuo. Estas características pueden ser morfológicas, fisiológicas o fenológicas, y pueden abarcar desde nivel celular o a nivel de todo el organismo; para su estudio no se necesita información externa o de otro nivel de organización (población, comunidad o ecosistema). Un “rasgo funcional” es aquel que impacta de manera directa a los componentes de la adecuación (crecimiento, reproducción o supervivencia; Violle *et al.*, 2007), por ejemplo, el tamaño del diámetro de los vasos del xilema ha sido positivamente relacionado con la tasa de crecimiento, ya que vasos con mayor diámetro permiten una mayor transpiración y fotosíntesis (Stratton *et al.*, 2000; Russo *et al.*, 2010).

Existen múltiples estrategias y rasgos que les han ayudado a las plantas a enfrentar los filtros ambientales, como la asignación de biomasa. La asignación de biomasa a alguna estructura en específico puede deberse a las presiones ambientales. Se ha observado que la asignación a una estructura en particular implica la obtención de recursos limitantes o para realizar ciertas funciones en alguna etapa ontogénica del individuo (Weiner, 2004). Un ejemplo de ello es la reducción de altura en árboles que se encuentran en condiciones de poca disponibilidad de agua. Esta reducción es debida a que se asigna mayor cantidad de biomasa en las estructuras subterráneas (raíces) que les permite obtener agua limitante del suelo (Martínez y López-Portillo, 2003; Poorter *et al.*, 2012). Por otra parte también hay asociaciones diferentes de las disyuntivas (trade-offs) entre los rasgos de los árboles, como la relación entre la cobertura, la profundidad de la copa y altura de los árboles con respecto al diámetro del tallo (Lida *et al.* 2012), o incluso relaciones alométricas entre los rasgos morfométricos y los rasgos anatómicos de la madera (Zhang, 1992; Terrazas, 1994; Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2006; Terrazas y Loza-Cornejo, 2003; Terrazas *et al.*, 2008; Russo *et al.*, 2010; Olson *et al.*, 2013). Estas relaciones de forma y tamaño determinan la arquitectura de una

planta y expresan la asignación de biomasa en las plantas, lo cual puede ser cuantificado con la alometría, que se define como “la relación cuantitativa entre crecimiento y asignación” (Weiner, 2004).

La plasticidad en la forma de crecimiento ante los filtros ambientales puede ser considerada como una estrategia de las plantas para sobrevivir ante diversos filtros ambientales. Algunas especies pueden tener plasticidad en la forma de crecimiento, la cual cambia ante diferentes condiciones ambientales (Martínez y López-Portillo, 2003). La arquitectura de las plantas y su forma depende en muchos casos de la disyuntiva entre la estabilidad mecánica de la planta y la obtención de recursos limitantes (Martínez y López-Portillo, 2003). Martínez y López-Portillo (2003) mencionan que al aumentar el gradiente de aridez aumenta el número de tallos en *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, y sugieren que se debe a que son baratos en costos de construcción en términos de biomasa. Si alguno de estos tallos llega a morir por estrés hídrico no compromete la supervivencia de la planta; por ello se sugiere que plantas leñosas en un ambiente con limitación hídrica tendrán una estatura baja con varios tallos secundarios, en comparación con plantas en un ambiente con mayor disponibilidad de agua.

Un ejemplo de plasticidad es la ocurre con el número de ramificaciones, en *Cornus florida* y *Acer rubrum* muestran mayor número de ramificaciones en áreas abiertas en comparación a cuando crecen en áreas más cerradas (Pickett y Kempf, 1980), posiblemente vinculado con la disponibilidad de luz. Un factor que puede afectar el crecimiento y reclutamiento de las plantas es el crecer debajo de la copa de un árbol, como es el caso de las islas de diversidad de Planicies de Sonora (Búrquez y Quintana, 1994); lo cual puede ser causado por el bloque de la luz como pasa en los bosques tropicales (Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992). Ahora bien, en lugares con poca disponibilidad de agua las plantas tienen una disminución en su tamaño, afectando el crecimiento y desarrollo de éstas (Farooq *et al.*, 2009).

Un rasgo que ha sido utilizado como un indicador de la estrategia de vida relacionada con la supervivencia y establecimiento de los árboles (Muller-Landau *et al.*, 2004; Russo *et al.*, 2010) es la densidad de la madera (“Wood density” WD; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Lida *et al.* 2012) o también llamada “densidad básica de la madera” (Swenson y Enquist, 2007; Wiemann y Williamson, 2012). La densidad básica de la madera se determina dividiendo el peso seco de una muestra entre el volumen de dicha muestra en fresco (Swenson y Enquist, 2007; Lida

et. al. 2012; Wiemann y Williamson, 2012). Se ha observado que las especies con maderas poco densas tienen un bajo costo de construcción en términos de biomasa, lo que les permite un crecimiento rápido, mientras que las especies con maderas más densas aumentan la tasa de supervivencia y presentan un crecimiento lento, alargando la esperanza de vida (Loehle, 1988; Poorter, 2008; King *et al.*, 2006; Poorter *et al.*, 2012).

La WD está correlacionada con la dureza y resistencia a la compresión, por lo tanto, está estrechamente vinculada con las variaciones de crecimiento en diámetro, con la capacidad hidráulica del tallo y con la mortalidad total y parcial de las plantas (Enquist *et al.*, 1999; Swenson y Enquist, 2007; Poorter *et al.*, 2009). La WD es un excelente predictor de las propiedades mecánicas de las plantas vinculadas con el soporte estructural en contra de la gravedad, el viento y otras variables ambientales y un indicador de la capacidad para resistir embolismos ante la falta de agua (Barajas-Morales, 1985; Hacke y Sperry, 2001; Hacke *et al.*, 2001; Muller-Landau, 2004; Falster, 2006; Poorter *et al.*, 2009; Zieminska *et al.*, 2013).

En general, las maderas más densas son más resistentes a la cavitación de los vasos del xilema que las maderas menos densas, por lo que se ha observado que la WD se incrementa conforme aumenta la aridez (Martínez-Cabrera *et al.*, 2009). Se ha documentado la variación de la WD a través de gradientes de precipitación, temperatura y altitud (Muller-Landau, 2004; Swenson y Enquist, 2007; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Wiemann y Williamson, 2012).

Se ha observado que la WD se relaciona con las propiedades de las fibras del xilema (Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Zieminska *et al.*, 2013). En un gran número de angiospermas el número de fibras (NF) y el grosor de las paredes de las fibras (GPF) en un área transversal han sido relacionadas con la WD (Carlquist, 1975; Russo *et al.*, 2010; Zieminska *et al.*, 2013). Esta relación parece deberse a que las fibras le confieren rigidez a la madera, por lo que maderas más densas son más resistentes (Poorter *et al.*, 2008). En algunos trabajos se reporta que ni el grosor ni el número de fibras han sido relacionados con la WD (Russo *et al.*, 2010), lo cual puede ser debido a que los rasgos de las fibras fueron analizados por separado.

Otra estrategia importante que presentan las plantas ante los filtros ambientales es el arreglo anatómico del xilema, característica que puede ayudar a solventar el requerimiento de agua en condiciones de baja disponibilidad hídrica. Estos arreglos pueden ser diferentes entre las especies e incluso si comparten el mismo hábitat (Carlquist, 1977). Existen varios tipos de arreglos

anatómicos que brindan a las plantas protección contra la sequía, como pueden ser el incremento en el agrupamiento de los vasos (Carlquist, 1984; 1989), el arreglo de los vasos (Carlquist, 1987; 1989), la presencia de traqueidas vasicéntricas (Carlquist, 1985; 1989), el incremento en el número de vasos (Carlquist, 1977), entre otras. Durante mucho tiempo ha sido considerado que el poseer vasos estrechos es una estrategia que las plantas presentan en hábitats con poca disponibilidad de agua (Carlquist, 1975; 1977; 1989); sin embargo, ha sido relacionado a la longitud del tallo y al diámetro de éste, por lo que el diámetro de los vasos puede estar determinado por el tamaño de la planta (Olson *et al.*, 2014).

El tener mayor número de vasos reduce la posibilidad de que se incapacite la conducción, ya que si se forman embolismos por estrés hídrico en algunos vasos, habrá otros que sigan funcionando y de esta manera se evitaría la cavitación (Carlquist, 1977; Zimmermann, 1983; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014). Con este supuesto Carlquist (1977) propuso un índice de vulnerabilidad (IV), que es el producto de dividir el diámetro promedio de los vasos por el número de vasos por milímetro cuadrado. Valores altos de este cociente (> 1) indican mesomorfismo y por lo tanto menor número de vasos por mm^2 ; mientras que valores bajos en el cociente (< 1) indica xeromorfismo, y por ende mayor número de vasos por mm^2 (Carlquist, 1977).

Esta disyuntiva observada entre la conductancia hídrica y el riesgo a la cavitación (Carlquist, 1977; Zimmermann, 1983; Russo *et al.*, 2010) es importante en la producción de biomasa y el crecimiento de la planta (Smith y Sperry, 2014), ya que al reducir el riesgo a la cavitación se reducen, en gran medida, los espacios de transporte de agua y se reduce la conductividad hídrica, lo que también reduciría la capacidad fotosintética (Carlquist, 1975; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014). Vasos con mayor diámetro conllevan mayor riesgo a la cavitación y una mayor conducción de agua (Chave *et al.*, 2009) y viceversa (Carlquist, 1977; Zimmermann, 1983; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014). Asimismo, se ha observado que las especies con mayor altura tienen una mayor conductividad hídrica a diferencia de las especies de menor tamaño (Sperry *et al.* 2012; Smith y Sperry, 2014). Por ello, se esperaría que existiera una relación alométrica entre la conducción del xilema y la biomasa, lo cual ha sido descrito en el trabajo de Smith y Sperry (2014).

La conductividad hídrica relativa (CHR; Reyes-Santamaría y Terrazas, 2002) o también llamada índice de conductividad (Russo *et al.*, 2010) es un atributo que ha sido utilizado como alternativa

para medir la capacidad de conductividad hídrica de las plantas (Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014). Se calcula dividiendo el radio del vaso a la cuarta potencia entre el número de vasos por mm^2 , lo cual se basa en la ley de Hagen-Poiseuille de flujo laminar (Reyes-Santamaría *et al.*, 2002; Russo *et al.*, 2010). Se ha correlacionado la CHr con la tasa de crecimiento de las plantas (Russo *et al.*, 2010).

Con base a lo descrito anteriormente acerca de las estrategias que emplean las plantas en ambientes con poca disponibilidad de agua y de la variación de los rasgos de las plantas a nivel intraespecífico e interespecífico a lo largo de gradientes, se plantean las siguientes preguntas:

3. Preguntas de investigación

- ¿Cómo es el espectro de variación en la densidad de la madera, la arquitectura de las plantas, la biomasa y la anatomía de la madera dentro de las dos comunidades y cómo varían cada uno de estos rasgos entre comunidades?
- ¿Cómo invierten la biomasa las especies que crecen en condiciones de baja disponibilidad de agua en Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia?
- ¿Existe plasticidad fenotípica en las especies presentes en las dos comunidades?
- ¿Qué rasgos convergen entre las especies en cada comunidad?

4. Objetivo general

Estudiar las relaciones alométricas entre los rasgos de arquitectura, los rasgos anatómicos de la madera, la densidad de la madera y la biomasa de las plantas leñosas y analizar el grado de variación intraespecífica e interespecífica de dos comunidades con diferente limitación hídrica por precipitación.

4.1 Objetivos particulares

1. Analizar las relaciones alométricas entre la densidad de la madera (WD), los rasgos de arquitectura, los rasgos anatómicos de la madera y la biomasa de las especies leñosas y el espectro de variación en cada comunidad.
2. Comparar cómo cambia la fuerza de las relaciones (pendientes alométricas) de los rasgos funcionales entre las dos comunidades.
3. Determinar qué rasgos cambian en las especies que se encuentran tanto en Planicies de Sonora (PS) como en la Selva Baja Caducifolia (SBC) de San Javier, Sonora.
4. Determinar qué rasgos cambian en las especies que crecen tanto en las islas de diversidad (ID) como de manera aislada en Planicies de Sonora (PS).

5. Hipótesis y predicciones

1. La amplitud de variación interespecífica en WD será menor en PS en comparación con la SBC, dado que en el desierto hay mayor restricción de agua y por tanto un filtro ambiental que restringe la diversidad funcional.
2. Dado a que se ha documentado que algunos rasgos como la WD, los rasgos de anatomía de la madera y los rasgos de arquitectura varían a lo largo de gradientes dentro de una misma especie. Se espera que haya una baja variabilidad intraespecífica de los rasgos funcionales dentro de la comunidad, tanto en PS como en la SBC; ya que se encuentran bajo un fuerte filtro ambiental que la limitación hídrica por precipitación.
3. Las especies de Planicies de Sonora serán menos propensas a la cavitación a diferencia de las especies de la SBC, ya que se espera que tengan mayor número de vasos por mm^2 (NV) y vasos con diámetros pequeños en comparación con las especies de la SBC.
4. Se espera que el grosor de las paredes de las fibras (GPF) y el número de fibras por mm^2 (NF) se correlacionen positivamente con la densidad de la madera (WD) en las dos comunidades. Sin embargo, el índice de rigidez de la madera (IRM) propuesto en el presente trabajo que conjunta al GPF y el NF (ver sección 6.6) se correlacionará positivamente y fuertemente con la WD en las dos comunidades.
5. Las plantas en ambientes con limitación hídrica tienden a reducir la muerte por estrés hídrico aumentando el número de tallos a costo de la reducción de su altura. Se espera que las plantas de PS sean de menor estatura y con mayor número de tallos secundarios (TS) en comparación con las especies de la SBC.
6. La conductividad hídrica (CHr) es un rasgo asociado a la capacidad fotosintética, por lo que se espera que esté relacionado con la biomasa y con los rasgos de la copa. Además, el diámetro de los vasos (DV) ha sido relacionado con el tamaño del individuo, por lo que se espera que el DV se correlacione con el diámetro del tallo y la longitud de éste.
7. Las copas de las plantas presentes en las islas de diversidad (ID) en el desierto serán menos simétricas en expansión horizontal que las de las plantas que crecen aisladas, y éstas últimas, al estar en condiciones de menor humedad y menor contenido de materia orgánica en el suelo, tendrán menor volumen.

6. Materiales y métodos

6.1 Sitios de estudio

El presente trabajo se desarrolló en dos tipos de comunidades vegetales que representan dos condiciones de poca disponibilidad de agua por precipitación a lo largo de un gradiente de elevación desde la costa hacia la Sierra Madre Occidental en el estado de Sonora (Figura 1). Los sitios de estudio se localizaron, en la subdivisión Planicies de Sonora del Desierto Sonorense y en la Selva Baja Caducifolia, que en esta región representa en el límite norte de su distribución en América (Martínez-Yrizar *et al.*, 2000).

El Desierto Sonorense es un bioma con gran diversidad de plantas y animales, con adaptaciones únicas relacionadas con la escasez de agua y las altas temperaturas. Éste desierto ocupa cerca de 300,000 km² en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos (Felger, 2001). La temperatura y precipitación varían de pendiente de la altitud, elevación y la topografía, así como de la influencia del mar. Éste desierto se subdivide en siete regiones (Shreve y Wiggins, 1964), cuatro se encuentran en el estado de Sonora, de las cuales Planicies de Sonora (PS) es la vegetación en la que se desarrolló el presente estudio. Planicies de Sonora se localiza entre la faja costera y la Sierra Madre Occidental, a una elevación entre los 220 y 600 msnm; se clasifica como desierto según el criterio de Lang (1915) y el índice de aridez (Cuadro 1). Presenta un periodo de lluvias, en verano e invierno. En el verano tiene lluvias convectivas y en invierno las lluvias son ligeras y altamente impredecibles (Martínez-Yrizar *et al.*, 1999). También conocida como *Olneya-Encelia*, esta subdivisión está clasificada como un desierto arbosufrutescente, donde las especies dominantes son *Olneya tesota* A.Gray, *Prosopis velutina* Wooton y *Parkinsonia microphylla* Torr., además de arbustos como *Encelia farinosa* A.Gray y *Jatropha cardiophylla* (Torr.) Muell. Arg. (Shreve y Wiggins, 1964; Martínez-Yrizar *et al.*, 1999). Este ecosistema es muy importante en términos ecológicos por su diversidad de especies, sin embargo, no se encuentra protegido y se ve amenazado por la invasión del zacate buffel y el desarrollo urbano e industrial (Martínez-Yrizar *et al.*, 2009).

La estructura de la vegetación de PS está definida por la presencia de árboles aislados, que albergan bajo sus copas una gran variedad de especies herbáceas y arbustivas, formando lo que se conoce como isla de diversidad (ID), aunque muchos árboles crecen también de manera aislada. El suelo debajo de las islas de diversidad tiene condiciones diferentes en comparación con el suelo del desierto abierto, con una mayor cantidad de materia orgánica (Búrquez y Quintana, 1994) y un mayor contenido de humedad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones climáticas y de altitud de las zonas de estudio. Alt (Altitud; msnm), T (Temperatura media anual; °C), P (Precipitación total anual; mm), IA (Índice de aridez; °C / mm), CGA (Contenido gravimétrico de agua; g H₂O/ g suelo seco), PS (Planicies de Sonora), SBC (Selva Baja Caducifolia), ID (Islas de diversidad).

	Sitios	Alt	T	P	IA	CGA
PS	ID	317	23.6	367.8	15.58	0.017
	Zonas abiertas	317	23.6	367.8	15.58	0.008
SBC	Ladera sur 1	792	19.8	845.3	42.69	0.029
	Ladera sur 2	770	19.8	845.3	42.69	0.073

Sobre el límite del Desierto Sonorense hacia el este y hacia el sur en el estado de Sonora, se encuentra la Selva Baja Caducifolia (SBC). Ésta vegetación en esta latitud presenta un dosel cerrado de 10 a 15 m de altura, con una flora de origen tropical muy diversa (Felger *et al.*, 2001); en las zonas de mayor elevación se distribuye el Bosque de Encino, mientras que en las zonas bajas hay matorral (Varela, 2005; Martínez-Yrizar *et al.*, 2009). Las especies con mayor abundancia y cobertura de la SBC son comúnmente *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr. y especies del género *Bursera*, además de *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose y *Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg.; en el sotobosque dominan varias especies pertenecientes al género *Croton* (Shreve y Wiggins, 1964; Varela, 2005; Martínez-Yrizar *et al.*, 2009).

La SBC en la región de San Javier, Sonora, se encuentra entre los 250 y los 1200 msnm (Martínez-Yrizar *et al.*, 2009). Esta vegetación, se clasifica como árida según el criterio de Lang (1915; Cuadro 1) y tiene un ciclo bianual de lluvias, que se presentan principalmente en el verano, con escasas lluvias en el invierno, con escurrimientos intermitentes (Varela, 2005). La SBC presenta variación en las condiciones edáficas (Martínez-Yrizar *et al.*, 2009; Cuadro 2). Los suelos son pedregosos y ácidos, lo cual se debe a su origen volcánico y a la acción hidrotérmica (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo en los sitios de estudio. pH , N (Nitrógeno; %), P (Fósforo; ppm), K (Potasio; ppm), MO (Materia orgánica: %), CIC (Capacidad de intercambio catiónico; Cmol/Kg), D (Densidad real; Kg/m³), RH (Retención de humedad; %), PS (Planicies de Sonora), SBC (Selva Baja Caducifolia), ID (Islas de diversidad), L. sur 1 (Ladera sur 1), L. sur 2 (Ladera sur 2). N= 5 muestras de suelo 0-10 cm de profundidad por sitio.

		Textura	pH	N	P	K	MO	CIC	D	RH
PS	ID	Arena francosa	6.9	0.080	6.13	37.99	0.92	11.62	2.59	27.51
SBC	L. sur 1	Franco arenosa	6.0	0.238	6.75	18.16	2.945	14.86	2.32	43.48
	L. sur 2	Franco arenosa	5.2	0.133	0.00	18.95	3.59	17.90	2.37	53.04

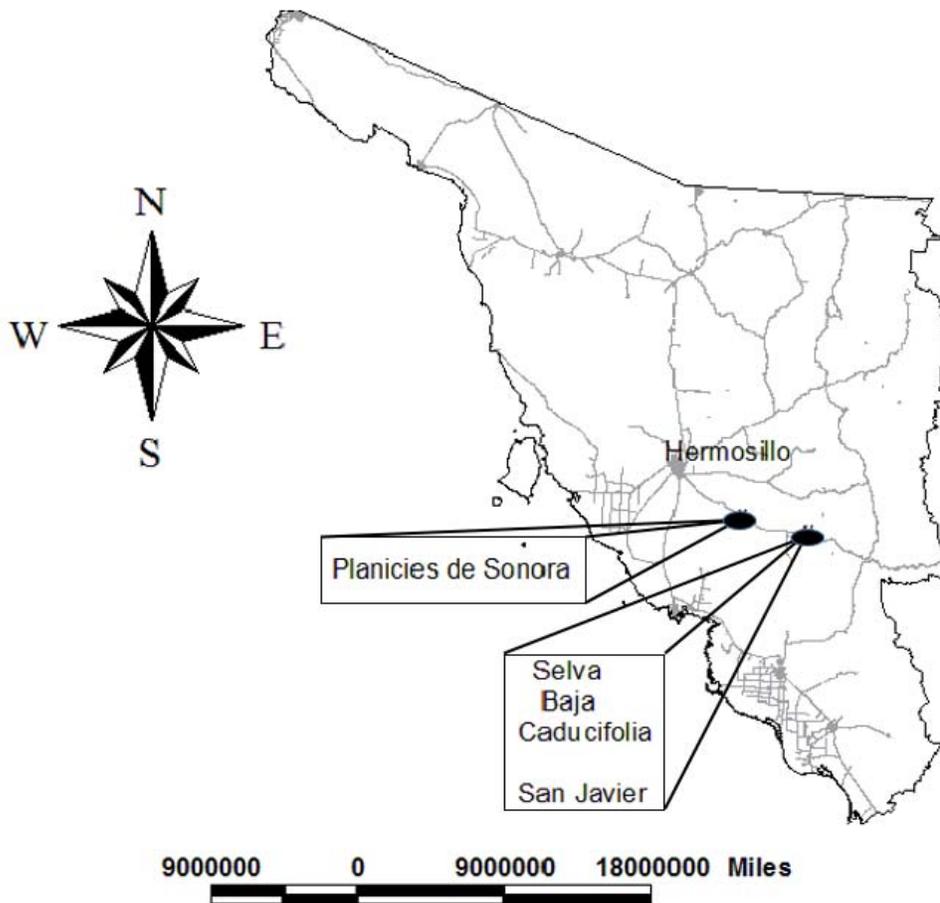


Figura 1. Localización de las áreas de estudio, ubicadas en el estado de Sonora, México. El sitio de estudio ubicado en Planicies de Sonora se encuentra en el municipio La Colorada. El sitio ubicado en el Selva Baja Caducifolia se encuentra en el municipio de San Javier. Las líneas claras representan carreteras.

6.2 Métodos de campo

El sitio de muestreo en Planicies de Sonora (PS) ubicado en las coordenadas latitud N 28° 51' 18.1" longitud W 110° 42' 36.5", a una elevación de 337 m, tiene una extensión de 67.5 ha (1350 m por 500 m). En el sitio se trazaron transectos rectangulares de 60 m cada uno. La orientación de los transectos fue dirigida de manera aleatoria, dejando como mínimo de separación 10 m entre cada transecto.

En la Selva Baja Caducifolia (SBC) se establecieron dos parcelas de muestreo dos laderas con orientación suroeste. En la primera, ubicada en las coordenadas latitud N 28° 34' 48.7" longitud W 109° 45' 19.3", a 860 m de elevación con una extensión de 18 ha (900 m por 200 m), se establecieron transectos rectangulares paralelos a la pendiente de 60 m cada uno y separados entre sí 15 m. Los transectos se distribuyeron de forma dirigida para tratar de cubrir toda la parcela. En la segunda parcela, ubicada en las coordenadas latitud N 28° 35' 38" longitud W 109° 43' 43.4" se siguió la misma metodología de muestreo, pero en este caso, solo se muestrearon individuos de *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose para completar el número de individuos de esa especie.

6.3 Selección de especies y de individuos

Se seleccionaron a las especies más representativas de las dos comunidades (8 especies en PS y 13 especies en SBC), es decir, las que presentaban mayores valores de índice de importancia (Gómez-Sapiens, 2005; Varela, 2005); además, se realizaron visitas a campo para identificar a las especies *in situ*, tomando en cuenta lo descrito por Felger *et al.* (2001), Shreve y Wiggins (1964), Escalante (2007), Martínez-Yrizar *et al.* (2009), Búrquez y Quintana (1994) y Van Devender *et al.* (1997).

En PS se seleccionaron las siguientes especies: *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *Bursera laxiflora* S. Watts., *Fouquieria macdougalii* Nash, *Jatropha cardiophylla* (Torr.) Muell.-Arg., *Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg., *Mimosa distachya* Vent., *Olneya tesota* A. Gray. y *Parkinsonia microphylla* Torr.

Mientras que en la SBC se seleccionaron las siguientes especies: *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *Bursera lancifolia* Engl., *Bursera laxiflora* S. Watts., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Croton alamosanus* Rose, *Croton flavescens* Greenm., *Croton sp.*, *Fouquieria macdougalii* Nash, *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. Ex. DC.) Bullock, *Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don, *Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg., *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr. y *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.

La selección de los individuos de cada especie se realizó mediante un criterio de alturas que restringía la selección a individuos adultos, tomando en cuenta las descripciones de las especies de Felger *et al.* (2001) y Shreve y Wiggins (1964). Únicamente se incluyeron individuos sin daño antropogénico aparente, exceptuando el caso de los árboles de *Olneya tesota* A. Gray., *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr. y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose que en su mayoría presentaban evidencia de corte. Todos los individuos debían intersectar la línea del transecto o bien localizarse a una distancia de 5 m del transecto. En la comunidad de la SBC, se siguió el mismo procedimiento para la selección de los individuos, pero se incluyeron individuos cada 10 m a lo largo del transecto y de forma alternada hacia la derecha e izquierda de la línea.

A cada individuo seleccionado se le midieron los rasgos de arquitectura y se tomó una muestra de madera del tallo principal como se describe más adelante. Se incluyeron 25 individuos por especie, exceptuando el caso de *Parkinsonia microphylla* Torr., *Bursera laxiflora* S. Watts., *Jatropha cardiophylla* (Torr.) Muell.-Arg. y *Mimosa distachya* Vent. en PS, para las que se hizo un muestreo de 25 individuos aislados y de 25 más creciendo en las denominadas islas de diversidad (ID). En el caso de los árboles aislados de *Bursera laxiflora* S. Watts. solo se completó una muestra de cinco individuos. A las especies que crecían en las islas de diversidad se les especificó si crecían bajo la copa de un árbol dominante o si eran el árbol dominante, se considera árbol dominante de la ID a al individuo de mayor tamaño y que presenta una alta cobertura.

El tamaño de las islas de diversidad en el desierto se determinó midiendo el ancho y el largo de cada manchón, se describió el tipo de sustrato y se realizó una descripción cualitativa de la composición florística.

6.4 Mediciones morfométricas y la biomasa

A cada individuo se le midió la altura total (A; Cuadro 3) con una vara graduada, la altura de la copa con respecto al suelo (AC) y la altura a la primera ramificación (APR) con una cinta métrica. La profundidad de la copa (PC) se determinó restando la altura de la copa (AC) de la altura total (A) $PC = A - AC$. La cobertura de cada individuo se estimó utilizando el radio del diámetro mayor de la copa y el perpendicular a éste $Cob = [(\pi) \times (r^2) \times (r^2)]$ (Búrquez y Martínez-Yrizar, 2011).

Para los árboles, se cuantificó el número de tallos secundarios (TS) y para el caso de los arbustos se cuantificó el número de ramas. El área basal (AB) se calculó utilizando el diámetro del tallo, que fue medido a la mitad de la distancia entre la base del tallo y la altura de la copa; en el caso de los árboles multitruncales el diámetro del tallo se midió entre la base del tallo y donde comenzaban a brotar los tallos secundarios. El AB se calculó con la ecuación $AB = (\pi \times D^2)/4$ (Martínez-Yrizar *et al.*, 1992). Como una medida adicional de arquitectura de las plantas, se calculó el diámetro de una rama de primer orden, se midió la longitud y se cuantificó el número de ramificaciones. Con ello se calculó el índice de dominancia apical ($IDA = N^{\circ}ramificaciones / longitud\ rama\ (m)$); Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). En el caso de los arbustos se midió el diámetro y la longitud de tres ramas escogidas al azar y se promediaron, con lo cual se calculó el área basal de la rama ($ABr = (\pi \times D^2)/4$). El volumen de la copa (VC) de los individuos se calculó utilizando la mitad del diámetro de la profundidad de la copa (r), la mitad del diámetro máximo de la copa y la mitad del diámetro perpendicular a éste ($VC = \frac{4}{3}(\pi \times r \times r \times r)$); mientras que el volumen de la planta (VP) se calculó utilizando la cobertura y la altura total del individuo (A) dividido entre tres de acuerdo con Romahn y Ramírez (2010; $VP = Cob \times \frac{A}{3}$). Se midió el grosor de la corteza del tallo (GCT) y el grosor de la corteza de la rama (GCR) con un Vernier, separando primero la corteza de la madera de cada muestra del tallo tanto en árboles como en arbustos (ver inciso 6.5).

Para determinar la biomasa en pie de cada individuo se utilizaron ecuaciones alométricas desarrolladas en el Desierto Sonorense (Búrquez y Martínez-Yrizar, 2011) y en la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco (Martínez-Yrizar *et al.*, 1992).

Todas las mediciones se realizaron en campo durante la época de lluvias en los meses de mayor precipitación (agosto-septiembre-octubre) y antes del período de abscisión foliar del año 2013.

6.5 Determinación de la Densidad de la madera (WD)

Se tomaron las muestras de madera (albura) y corteza de los tallos principales de cada individuo realizando un corte en el tallo principal con una sierra de poda. En el caso de las especies con maderas blandas en la SBC algunas muestras se tomaron con un taladro con sacabocados de 16 mm. Para los arbustos se tomó la muestra de madera de la rama con mayor diámetro siguiendo las recomendaciones de Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013).

Williamson y Wiemann (2012) indican que el término densidad básica de la madera, se calcula con la masa seca sobre el volumen en fresco de una muestra de madera del tallo. En el presente trabajo se utilizó el término densidad de la madera (WD), ya que es más conocido y varios autores lo utilizan (Lida *et al.*, 2012). Para determinar el volumen, las muestras de madera se mantuvieron en agua por 30 minutos para estandarizar su contenido de agua. Después se sumergieron completamente empujando la muestra con una aguja de disección en un vaso lleno de agua sobre una balanza electrónica con 0.01 g de precisión (para las muestras pequeñas colectadas con taladro la balanza que se usó tenía una precisión de 0.0001 g) y se registró el peso desplazado de agua que es igual al volumen de la muestra (Chave, 2005; ATSM, 2010; Wiemann y Williamson, 2012).

Posteriormente, se determinó el peso seco de las muestras secándolas en un horno a temperatura constante entre los 101 °C y los 105 °C hasta alcanzar un peso constante (Williamson y Wiemann, 2010; Wiemann y Williamson, 2012). Las muestras se pesaron en una balanza con una precisión de 0.001 g (para las muestras colectadas con taladro se usó una balanza con una precisión de 0.0001 g).

6.6 Medición de los rasgos anatómicos de la madera

Se realizaron cortes histológicos del xilema secundario de la mayoría de las especies (2 a 5 individuos por especie y tres preparaciones por individuo). Para las especies de PS Sonora se realizaron los cortes para las ocho especies estudiadas de las islas de diversidad, mientras que sólo se realizaron cortes histológicos para tres especies que crecen en desierto abierto. No se realizó la histología a los individuos de *Bursera laxiflora* S. Watts. que crecen aislados ya que en su mayoría no presentan un tallo principal. Para las especies de la SBC solo se realizaron los cortes a ocho especies (*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *B. lancifolia* Engl., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Croton alamosanus* Rose, *Croton* sp., *Fouquieria macdougalii* Nash, *Hintonia latifolia* (Sessé & Moc. Ex. DC.) Bullock y *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.) de las trece estudiadas. Únicamente en el caso de *Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don no se realizó la histología ya que presenta cambium sucesivo y no es comparable con el resto de las especies.

Las muestras de madera se cortaron con un micrótomo de deslizamiento y se colocaron en portaobjetos por 24 horas para evitar que los cortes se doblaran. Enseguida se lavaron y después se deshidrataron con alcohol al 50%, al 70% y al 96% en intervalos de quince minutos. Por último, las muestras se tiñeron con safranina durante una hora y después con verde rápido, posteriormente se montaron con resina sintética (Johansen, 1940; Terrazas y Loza-Cornejo, 2003).

Para medir y contabilizar los rasgos anatómicos de la madera se utilizó un microscopio con una cámara y el programa IMAGE-Pro Plus versión 3.1. Se midió por preparación el diámetro tangencial de 25 elementos de vaso por individuo (DV), se trabajó en el aumento de 10X y se tomaron fotografías en una zona de 613.19 μm x 765.6 μm de la muestra. Después se calculó el diámetro tangencial promedio de los elementos de vaso por individuo. Se contabilizó el número de vasos en un área de 469,458.264 μm^2 de tres campos diferentes por individuo, se calculó la mediana por individuo y se realizó la conversión a milímetros cuadrados.

El número de fibras por mm^2 (NF) de cada muestra se estimó contando el número de fibras en un área de 0.028 mm^2 (40x) y se realizó la conversión. El grosor de las paredes de las fibras (μm ; GPF) se calculó con base en una medición de 25 fibras en tres campos diferentes por muestra, de

las que se calculó el promedio de la diferencia entre el diámetro externo e interno (lúmen) de cada fibra, dividido entre dos.

Se calculó el índice de vulnerabilidad (Carlquist, 1977; Terrazas y Lozas-Cornejo, 2003) por individuo con la fórmula: $IV = \text{Diámetro del vaso promedio } (\mu\text{m}) / \text{Número de vasos por mm}^2$. La conductividad hídrica relativa (CHr) se estimó con la fórmula modificada de Haigen-Poiseuille (Fahn *et al.*, 1986; Reyes-Santamaria *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2007; Russo *et al.*, 2010), utilizando el radio tangencial del elemento de vaso y el número de vasos por mm^2 como $CHr = (r^4) \times (\text{Número de vasos por mm}^2)$.

En el presente trabajo se propone un nuevo índice, denominado índice de rigidez de la madera (IRM). Este índice se calculó multiplicando el grosor de las paredes de las fibras (GPF) por el número de fibras por mm^2 (NF); ($IRM = GPF \times NF$), y fue pensado con la finalidad de generar una variable anatómica que conjunte dos propiedades de las fibras que brindan soporte estructural y que explique de una manera más clara las posibles relaciones que existen entre características que reflejen aspectos mecánicos con otros rasgos de las especies.

6.7 Humedad y características del suelo y datos climáticos.

El contenido relativo de humedad del suelo se determinó por medio del método gravimétrico durante la época de lluvias. Se colectaron de forma aleatoria 20 muestras de suelo a 10 cm de profundidad a lo largo de los transectos que se establecieron para el muestreo de los árboles y arbustos en cada sitio. Las muestras de suelo se colocaron en cajas de metal que no permitían la pérdida de humedad y se guardaron en bolsas ziploc. En el laboratorio se pesaron en fresco y posteriormente se secaron en un horno a 101 °C hasta alcanzar peso constante. Se obtuvo la diferencia de pesos y se calculó el contenido gravimétrico de agua (CGA; Robertson *et al.*, 1999).

Se hicieron 5 muestras compuestas de suelo, obtenidas por la extracción de muestras simples de suelo por transecto. Se utilizaron para hacer un análisis de las propiedades fisicoquímicas en el Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) pertenecientes a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI).

La temperatura media anual (T_{ma}) y la precipitación acumulada anual (P_{maa}) se tomaron de las estaciones cercanas a las zonas de estudio, utilizando la aplicación Red de Estaciones Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Con éstas se calculó el índice de aridez de Lang (1915; $IA = T_{ma} / P_{aa}$).

6.8 Análisis estadísticos

Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa estadístico SPSS 18. Se analizó la variabilidad intraespecífica de cada especie calculando el coeficiente de variación (CV) como medida de dispersión para cada rasgo medido y calculado. La variabilidad interespecífica se analizó analizando la variabilidad de los rasgos entre las especies en cada comunidad. Para el caso de PS se estudió la variabilidad interespecífica por separado para las plantas que crecen en ID y las que crecen aisladas. Se transformaron los datos dependiendo el caso, para cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianzas y distribución normal de las pruebas paramétricas (ANOVA, prueba de t). Se utilizó la prueba de Welch ANOVA cuando no se cumplía el supuesto de homocedasticidad y se realizaron pruebas post-hoc (Tukey y Games Howell), aunque en algunos casos se utilizaron pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney y prueba H de Kruskal-Wallis). En las comparaciones del AB, no se incluyeron a *Jatropha cardiophylla* y *Mimosa distachya* por ser arbustos y no tener un tallo principal; además, para comparar la densidad de madera de estas dos especies con las demás, se utilizó la densidad de una de sus ramas sin corteza. Para las demás especies, se utilizó la densidad de la madera del tallo sin corteza para determinar la variabilidad y hacer las comparaciones entre las especies. *Jatropha cardiophylla* y *Mimosa distachya* se excluyeron de las comparaciones de la APR debido a que, por su forma de crecimiento, las ramas salían desde el suelo. En el caso de las especies de PS se compararon a las especies que crecen en las ID y aisladas (*Bursera laxiflora*, *Jatropha cardiophylla*, *Mimosa distachya* y *Parkinsonia microphylla*).

La simetría de la expansión horizontal de la copa se estudió realizando una regresión lineal entre el logaritmo del diámetro máximo de la copa y el perpendicular a éste, suponiendo que si el coeficiente de determinación es 1, se interpreta como una copa totalmente simétrica.

Se compararon las comunidades con los rasgos de las plantas estudiadas (A, VC, AB, TS, IDA, VP, biomasa, WD, DV, NV, IV, CHr). Además se compararon a las especies que están presentes en ambas comunidades (*Bursera fagaroides*, *Bursera laxiflora*, *Fouquieria macdougalii* y *Jatropha cordata*), para examinar el cambio plástico de los rasgos funcionales de las especies creciendo en condiciones diferentes.

Se realizó dos análisis de componentes principales (ACP). Un ACP se elaboró con los rasgos de arquitectura, la densidad de la madera y la biomasa; el segundo ACP se realizó con los rasgos anatómicos de la madera, la densidad de la madera y la biomasa. Se analizaron las asociaciones a nivel interespecífico entre los rasgos utilizando los promedios de las especies incluyendo a las dos comunidades en los dos análisis de componentes principales. Los rasgos que se incluyeron en los ACP fueron los siguientes:

- En el primer ACP: a la altura total, la AC, la APR, la PC, la cobertura, el VC, el VP, el IDA, el AB, el TS, el GCT, el GCR, la biomasa y la WD.
- En el segundo ACP: al DV, el NV, el CHr, el NF, el GPF, el IRM, la biomasa y la WD.

Para estudiar las diferencias entre las especies de PS y la SBC se realizó una prueba de t con los puntajes del ACP.

Se estudiaron las relaciones alométricas a nivel interespecífico sobre las variables transformadas con logaritmo base 10, realizando regresiones lineales. Con la finalidad de explorar las relaciones más importantes en términos de asignación de biomasa, transporte hídrico, soporte estructural y resistencia a la sequía. Además, se compararon las pendientes de las regresiones lineales de las comunidades para cada relación alométrica utilizando el análisis de ANCOVA.

Cuadro 3. Variables analizadas de las especies de Planicies de Sonora y de la selva baja caducifolia de San Javier, Sonora.

Variable	Abreviatura	Unidad de medición
Altura	A	m
Altura de la copa	AC	m
Altura de la primera ramificación	APR	m
Área basal	AB	m ²
Biomasa		kg
Cobertura	Cob	m ²
Conductividad hídrica relativa	CHr	μm ⁴ /NV
Grosor de la corteza de la rama	GCR	mm
Grosor de la corteza del tallo	GCT	mm
Grosor de las paredes de las fibras	GPF	μm
Densidad de la madera	WD	g/cm ³
Diámetro de los vasos	DV	μm
Índice de dominancia apical	IDA	# de ramificaciones/m
índice de rigidez de la madera	IRM	μm*mm ²
Índice de vulnerabilidad	IV	
Número de fibras por mm ²	NF	
Número de tallos secundarios	TS	
Número de vasos por mm ²	NV	
Profundidad de copa	PC	m
Volumen de la copa	VC	m ³
Volumen de la planta	VP	m ³

7. Resultados

7.1 Especies de Planicies de Sonora

7.1.1 Especies de las Islas de diversidad

7.1.1.1 Estructura de las Islas de diversidad (ID) de Planicies de Sonora

En Planicies de Sonora la vegetación se distribuye en manchones, denominados islas de diversidad (ID; Figura 2). Del total de las ID en el sitio de estudio, las ID pequeñas ($1 - 20 \text{ m}^2$) representan el 12.3%, las medianas ($21 - 49.9 \text{ m}^2$) el 27.2% y las grandes ($\geq 50 \text{ m}^2$) el 60.5%. Las especies que se encuentran como dominantes en las ID son *O. tesota*, *P. microphylla*, *B. fagaroides*, *F. macdougallii*, *M. distachya*, *B. laxiflora*, *Prosopis velutina* (esta no será considerada en los siguientes análisis) y *J. cardiophylla* (Figura 3). La especie que es dominante en la ID no está relacionada con el tamaño de la ID; sin embargo, el número de especies que están presentes en las ID esta positivamente relacionado con el área de la ID ($r = 0.203$, $p = 0.005$).

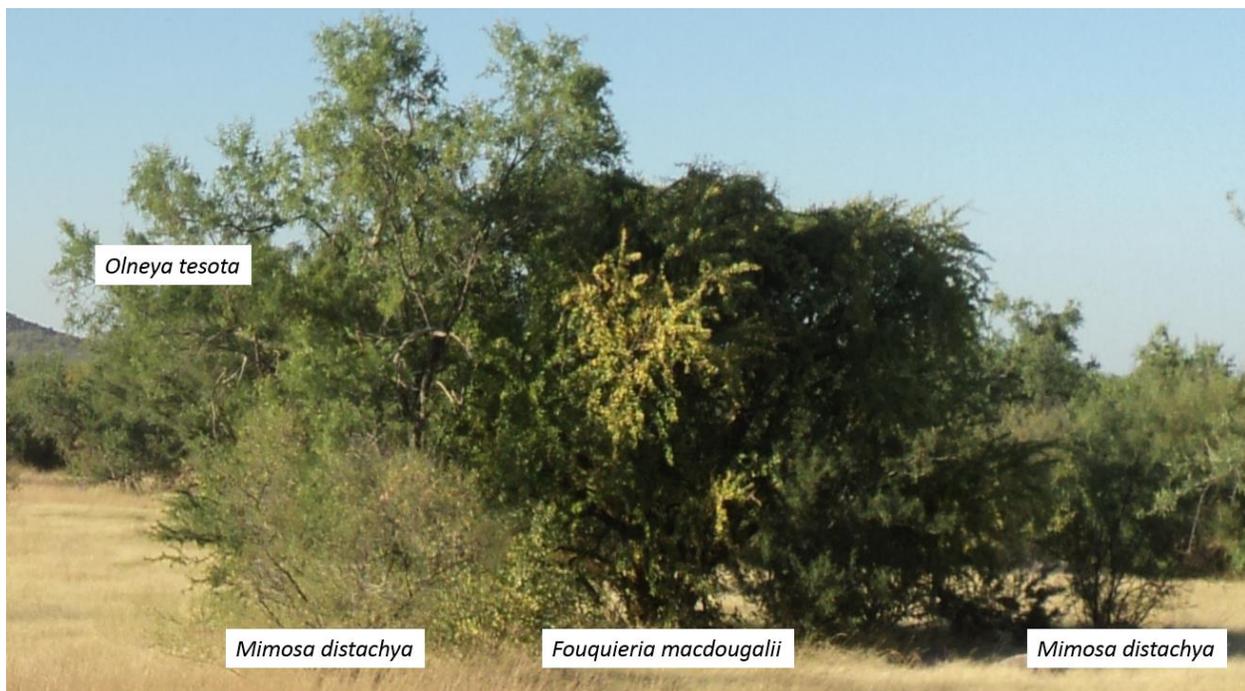


Figura 2. Isla de diversidad de Planicies de Sonora, Sonora. La isla de diversidad está compuesta por una especie dominante que en este caso es *Olneya tesota* el árbol de mayor tamaño que bajo su copa alberga especies de menor talla (subordinadas), y que en este ejemplo son *Fouquieria macdougallii* y *Mimosa distachya*.

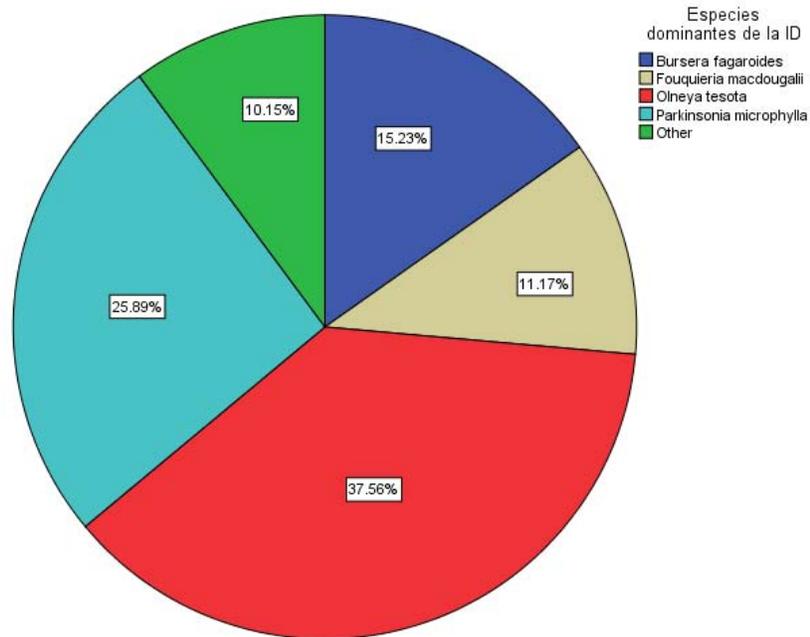


Figura 3. Porcentaje de cada especie del total de árboles que son dominantes de las islas de diversidad de Planicies de Sonora, Sonora.

7.1.1.2 Rasgos arquitecturales de las especies que crecen en las islas de diversidad de Planicies de Sonora

Dentro de las islas de diversidad las principales especies dominantes (*P. microphylla*, *B. fagaroides*, *O. tesota* y *F. macdougali*; Figura 3) son muy similares entre sí en cuanto a su altura, cobertura, área basal, volumen y biomasa. Sin embargo, al compararlas con las especies que crecen debajo de sus copas son muy diferentes en cuanto a sus dimensiones de altura, volumen, copa y tallo (Cuadros 4; 5; 6). El estrato de altura (entre 1.7 y 5.6 m; Figura 4) y volumen (entre 2 y 86 m³) es muy variable en las especies que crecen en las ID, donde las especies arbustivas *J. cardiophylla* y *M. distachya* y *J. cordata* y *B. laxiflora* son las de menor altura (entre 1.7 y 3.5 m; Figura 4) y menor volumen (entre 2 y 15 m³). Éstas especies crecen debajo de las copas de los árboles dominantes en la mayoría de las ID (Figura 2).

Las especies dominantes comienzan sus copas entre 0.8 y 1.8 m (Cuadro 3). El número de especies subordinadas está relacionado positivamente con la altura de copa de los árboles dominantes ($r = 0.187$, $p = 0.009$). Sólo cuando *P. microphylla* es dominante en la ID hay una relación positiva entre la profundidad de copa y el número de especies subordinadas ($r = -0.410$, $p = 0.003$).

Cuadro 4. Valores promedio y desviación estándar de los rasgos arquitecturales de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); letras iguales indican similitud.

Especie	Altura	AC	APR	PC	Cob	AB	GCT	GCR	TS	VC	VP	IDA
<i>Bursera fagaroides</i>	4.1 ± 0.9 ^a	1.76 ± 0.53 ^a	0.56 ± 0.36 ^a	3.4 ± 0.8 ^a	37 ± 18 ^a	725 ± 527 ^a	11.6 ± 3.69 ^a	6.6 ± 2.8 ^a	2.8 ± 2.3	44 ± 27 ^{ab}	68 ± 40 ^a	3.27 ± 1.27 ^{bc}
<i>Bursera laxiflora</i>	3.1 ± 0.7 ^c	1.07 ± 0.36 ^b	0.19 ± 0.14 ^{bc}	2.1 ± 0.7 ^b	13 ± 11 ^{bc}	390 ± 604 ^b	4.2 ± 1.2 ^b	2.2 ± 0.7 ^{bc}	4.1 ± 2.1	10 ± 11 ^d	15 ± 16 ^c	4.13 ± 1.54 ^{abc}
<i>Fouquieria macdougalii</i>	4.4 ± 0.9 ^b	0.80 ± 0.42 ^{bc}	0.11 ± 0.15 ^c	3.5 ± 0.9 ^a	22 ± 10 ^b	1264 ± 802 ^a	7.6 ± 3.5 ^a	5.29 ± 2.7 ^a	7.8 ± 4.1	28 ± 17 ^c	34 ± 19 ^b	3.76 ± 1.29 ^{bc}
<i>Jatropha cardiophylla</i>	1.7 ± 0.7 ^d	0.20 ± 0.24 ^d	-	1.5 ± 0.6 ^b	3 ± 2 ^c	-	-	1.72 ± 0.6 ^{cd}	15.7 ± 7.8 [*]	2 ± 2 ^d	2 ± 2 ^c	3.57 ± 1.78 ^{bc}
<i>Jatropha cordata</i>	3.6 ± 1.0 ^c	1.52 ± 0.49 ^a	0.58 ± 0.51 ^{ab}	2.0 ± 0.9 ^b	5 ± 3 ^c	186 ± 184 ^b	4.0 ± 1.5 ^b	2.78 ± 0.9 ^b	2.5 ± 1.5	4 ± 3 ^d	7 ± 5 ^d	4.33 ± 1.29 ^{ab}
<i>Mimosa distachya</i>	2.3 ± 0.6 ^d	0.56 ± 0.35 ^c	-	1.7 ± 0.4 ^b	6 ± 3	-	-	1.22 ± 0.5 ^d	7.5 ± 2.9 [*]	4 ± 2 ^d	5 ± 3 ^d	5.35 ± 1.92 ^a
<i>Olneya tesota</i>	5.0 ± 0.8 ^{ab}	1.78 ± 0.75 ^a	0.50 ± 0.41 ^a	3.7 ± 0.8 ^a	37 ± 16 ^a	748 ± 652 ^a	3.6 ± 1.3 ^b	3.0 ± 1.3 ^b	2.8 ± 1.2	40 ± 23 ^{bc}	64 ± 37 ^{ab}	3.33 ± 1.36 ^{bc}
<i>Parkinsonia microphylla</i>	5.6 ± 1.1 ^a	1.83 ± 0.72 ^a	0.42 ± 0.33 ^{abc}	3.8 ± 0.8 ^a	44 ± 22 ^a	820 ± 510 ^a	3.8 ± 2.0 ^b	2.8 ± 1.4 ^b	2.8 ± 0.7	57 ± 30 ^a	86 ± 48 ^a	3.14 ± 1.41 ^c

*Número de ramas (solo en el caso de especies arbustivas)

Cuadro 5. Prueba de ANOVA que compara los rasgos de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora. Altura (m); PC (Profundidad de copa; m); Cobertura (m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); VP (Volumen de la planta; m³); Biomasa (kg); DV (diámetro de los vasos; μm)

ANOVA				
	gl	gl	F	<i>p</i>
Altura	7	190	67.796	0.0001
PC	7	190	36.382	0.0001
Cobertura	7	190	72.374	0.0001
AB	5	123	16.47	0.0001
GCT	5	121	12.765	0.0001
GCR	7	181	29.529	0.0001
IDA	7	181	6.178	0.0001
VP	7	181	86.27	0.0001
Biomasa	7	190	86.849	0.0001
DV	7	29	4.624	0.0100

Cuadro 6. Prueba Welch ANOVA que compara a los rasgos de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora. AC (Altura de la de la copa; m); APR (Altura de la primera ramificación; m); VC (Volumen de la copa; m³); NV (número de vasos por mm²); IV (índice de vulnerabilidad); CHr (conductividad hídrica relativa); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (número de fibras por mm²); IRM (índice de la rigidez de la madera; $\mu\text{m}^2\text{mm}^2$)

Welch ANOVA				
	gl	gl	F	<i>p</i>
AC	7	80.207	55.394	0.0001
VC	7	81.022	73.757	0.0001
APR	5	65.328	8.376	0.0001
NV	7	8.167	41.525	0.0001
IV	7	10.327	29.35	0.0001
CHr	7	9.906	12.871	0.0001
GPF	7	8.203	35.718	0.0001
NF	7	9.545	74.825	0.0001
IRM	7	9.019	29.419	0.0001

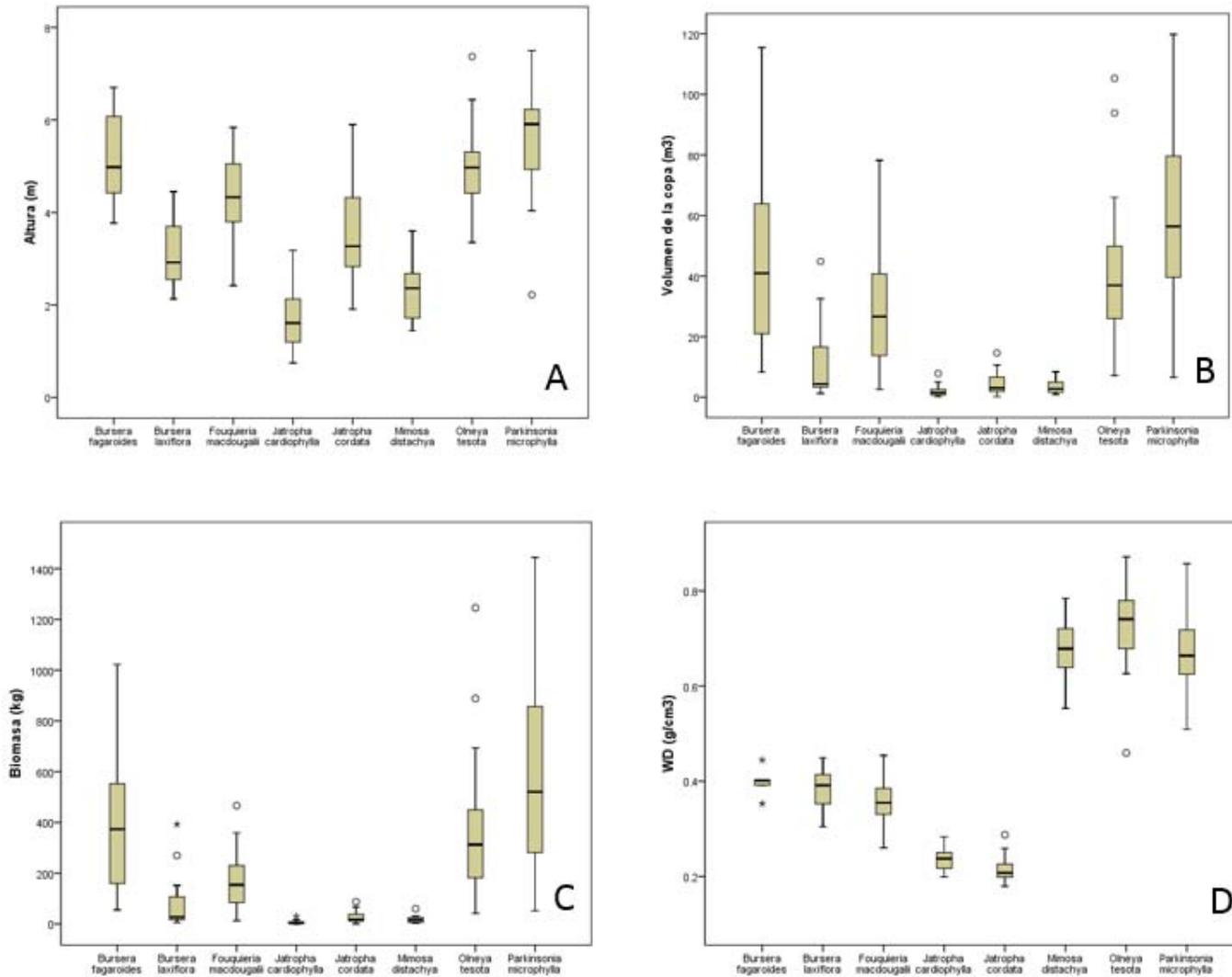


Figura 4. Diagramas de caja de los rasgos de arquitectura y densidad de la madera y biomasa de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora, Sonora. **A.** Altura (m). **B.** Volumen de la copa (m³). **C.** Biomasa (kg). **D.** Densidad de la madera (WD; g/cm³). Las cajas representan la amplitud, la barra los valores mínimo y máximo encontrados y la central el valor de la media.

La copa de las especies dominantes en las ID son de mayor cobertura, más voluminosas y más profundas en comparación con las de las especies subordinadas (Cuadros 4; 5; 6; Figura 4). Las copas de las especies dominantes *P. microphylla*, *B. fagaroides*, *O. tesota* y *F. macdougallii* son muy similares entre sí. Sin embargo, *P. microphylla* es la especie con mayores dimensiones de copa (Cuadro 4). Las copas de las especies subordinadas no tienen diferencias significativas en volumen (entre 1.9 y 10.4 m³), cobertura (entre 3.4 y 13.2 m²) y profundidad (entre 1.4 y 2 m).

El área basal del tallo (AB) es bastante parecido entre las especies dominantes (entre 725 y 1263 cm²), donde *F. macdougallii* es la especie con mayor AB; mientras que *B. laxiflora* y *J. cordata* tienen un AB bajo en comparación a las especies dominantes, sin embargo, no hay diferencias significativas entre estas dos especies (Cuadros 4).

La altura de la primera ramificación (APR) y el número de tallos secundarios (TS) en las especies de las ID es ampliamente variable entre las especies (Cuadros 4; 6). Cabe resaltar que *F. macdougallii* es la especie arbórea con mayor TS; mientras que *B. fagaroides* y *J. cordata* son las especies con menor TS.

En cuanto al grosor de la corteza del tallo (GCT), *B. fagaroides* y *F. macdougallii* son las especies con mayor GCT (Cuadro 4). Estas especies poseen tallos fotosintéticos. Además sus cortezas son blandas en comparación con el resto de las especies (con excepción de *J. cordata*; observado en campo y laboratorio). El grosor de la corteza de la rama (GCR) presenta el mismo patrón que el GCT; la corteza de la rama es menos gruesa en comparación con la corteza del tallo en todas las especies (Cuadro 3).

Con respecto al índice de dominancia apical (IDA), la variabilidad entre las especies es muy baja (entre 3.1 y 5.3), aunque existen diferencias estadísticas entre ellas (Cuadro 5), siendo *M. distachya* la que presenta mayor número de ramificaciones en función a la longitud de su rama (Cuadro 4).

7.1.1.3 Biomasa de las especies que crecen en las islas de diversidad de Planicies de Sonora

La biomasa de las especies de las ID es muy variable (entre 6 y 549 kg), donde las principales especies dominantes de las ID (*P. microphylla*, *B. fagaroides*, *O. tesota* y *F. macdougali*) tienen una biomasa promedio similar (Cuadros 5; 7; Figura 4) y son diferentes a las especies subordinadas, lo cual concuerda con las diferencias en las dimensiones de volumen, copa, altura y área basal que presentan las especies (Cuadro 4; Figura 4). Entre las especies subordinadas (*B. laxiflora*, *J. cardiophylla*, *J. cordata* y *M. distachya*) hay diferencias significativas en cuanto a su biomasa, a pesar de que son similares en altura y copa; sin embargo, son diferentes en volumen y parecen presentar el mismo patrón.

7.1.1.4 Densidad de la madera (WD) de las especies que crecen en las islas de diversidad de Planicies de Sonora

La variabilidad de la densidad de la madera (WD) es alta (entre 0.21 y 0.72 g/cm³; Cuadros 5; 7; Figura 4), y se observa que las especies pertenecientes a la misma familia presentan valores de WD muy similares. Las especies pertenecientes a la familia Fabaceae tienen los valores más altos (*M. distachya*, *O. tesota* y *P. microphylla*), seguidas por las de la familia Burceraceae (*B. fagaroides* y *B. laxiflora*), Fouquieriaceae (*F. macdougali*) y por último las especies de la familia Euphorbiaceae (*J. cardiophylla* y *J. cordata*) que son especies características de maderas suaves (Cuadro 5).

Cuadro 7. Valores promedio y desviación estándar de la biomasa, de la densidad de la madera y de los rasgos anatómicos de la madera de las especies que crecen en las islas de diversidad. Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $1 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera); letras iguales indican similitud.

Especie	Biomasa	WD	DV	NV	IV	CHr	GPF	NF	IRM
<i>Bursera fagaroides</i>	411 ± 290 ^a	0.40 ± 0.30 ^e	73.68 ± 9.24 ^{ab}	49 ± 2 ^b	1.50 ± 0.10 ^{cd}	9.58 ± 5.10 ^a	1.39 ± 0.14 ^{cd}	1305 ± 126 ^d	1823 ± 360 ^d
<i>Bursera laxiflora</i>	71 ± 92 ^c	0.38 ± 0.03 ^{cd}	73.26 ± 4.45 ^{ab}	29 ± 2 ^{bc}	2.54 ± 0.26 ^{bc}	5.30 ± 1.27 ^{ab}	1.46 ± 0.16 ^{cd}	1997 ± 293 ^{cd}	2928 ± 694 ^d
<i>Fouquieria macdougalii</i>	175 ± 119 ^b	0.36 ± 0.05 ^d	53.47 ± 5.63 ^b	101 ± 38 ^a	0.59 ± 0.24 ^d	4.92 ± 0.24 ^b	2.86 ± 0.24 ^a	1347 ± 197 ^d	3826 ± 262 ^{cd}
<i>Jatropha cardiophylla</i>	6 ± 6 ^e	0.24 ± 0.02 ^e	57.67 ± 7.45 ^b	14 ± 2 ^e	4.14 ± 0.68 ^b	1.08 ± 0.60 ^b	1.02 ± 0.11 ^d	2718 ± 736 ^{bc}	2760 ± 841 ^d
<i>Jatropha cordata</i>	25 ± 22 ^d	0.21 ± 0.03 ^e	81.37 ± 18.55 ^a	11 ± 2 ^e	7.39 ± 1.67 ^a	3.98 ± 3.27 ^b	1.30 ± 0.11 ^{cd}	2203 ± 430 ^{cd}	2848 ± 547 ^d
<i>Mimosa distachya</i>	16 ± 13 ^d	0.68 ± 0.06 ^{ab}	64.43 ± 7.44 ^{ab}	32 ± 9 ^{bc}	2.14 ± 0.89 ^{bc}	3.40 ± 0.75 ^b	2.97 ± 0.79 ^a	5473 ± 250 ^a	16124 ± 3736 ^a
<i>Oliveya tesota</i>	378 ± 271 ^{ab}	0.72 ± 0.08 ^a	68.38 ± 11.50 ^{ab}	26 ± 8 ^{bc}	2.77 ± 0.81 ^{bc}	3.81 ± 1.96 ^b	1.91 ± 0.33 ^{bc}	3618 ± 858 ^b	6841 ± 1747 ^{bc}
<i>Parkinsonia microphylla</i>	549 ± 360 ^a	0.67 ± 0.07 ^b	54.86 ± 5.25 ^b	17 ± 4 ^e	3.20 ± 0.76 ^{bc}	1.04 ± 0.38 ^b	2.55 ± 0.21 ^{ab}	2891 ± 218 ^{bc}	7349 ± 702 ^b

7.1.1.5 Rasgos anatómicos de la madera de las especies que crecen en las islas de diversidad de Planicies de Sonora

En los rasgos anatómicos del xilema secundario se encontró baja variabilidad en el diámetro de los vasos (DV; entre 53 y 81 μm) y la conductividad hídrica (CHR; de 1 a $9 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$) entre las especies (Cuadro 7; Figura 5). *Bursera fagaroides* y *B. laxiflora* presentan mayor CHR; mientras que *J. cordata* tiene el mayor DV y su CHR es muy similar a las de las otras especies (Cuadros 6; 7). En contraste, la variabilidad del número de vasos por mm^2 (NV; entre 11 y 101 por mm^2) y el índice de vulnerabilidad (IV; entre 0.59 y 7.39) es amplia (Cuadro 7; Figura 8).

F. macdougallii es la especie con mayor NV y menor IV y la única con un valor de IV menor a 1. Las especies con mayor DV presentan los mayores valores de IV y pertenecen a la familia Euphorbiaceae (*J. cardiophylla* y *J. cordata*; Cuadro 7).

La variabilidad de los rasgos de las fibras es amplia (Cuadros 6; 7). Las especies con mayor índice de rigidez de la madera (IRM), con paredes de fibras más gruesas y mayor número de éstas pertenecen a la familia Fabaceae (*M. distachya*, *O. tesota* y *P. microphylla*). *Fouquieria macdougallii* tiene un alto grosor promedio de fibras, sin embargo, tiene un menor número de éstas y su IRM es bajo (Cuadro 7; Figura 5).

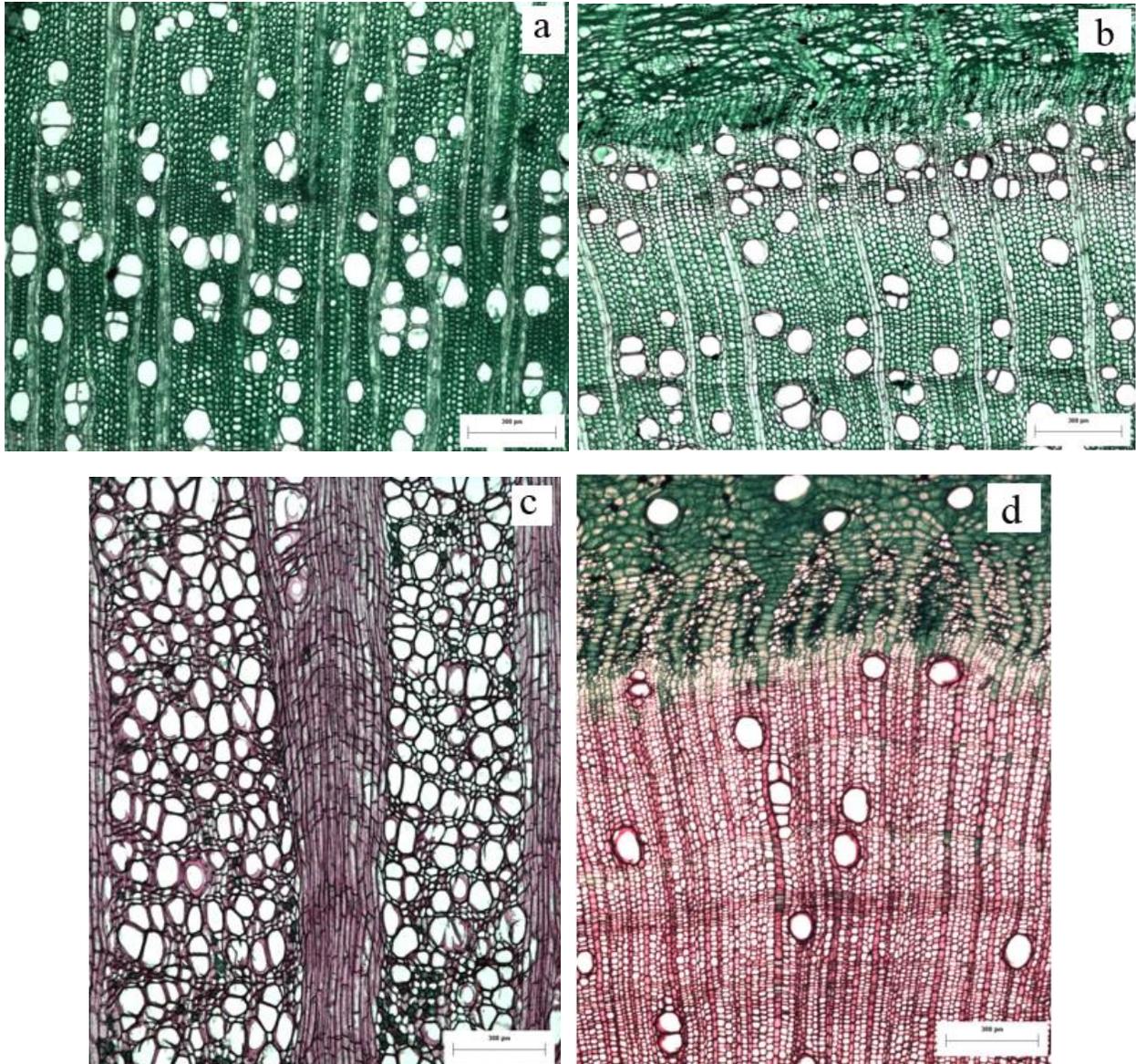


Figura 5. Cortes histológicos transversales de la madera del tallo de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora, Sonora. 40x; **a** *Bursera fagaroides*, **b** *Bursera laxiflora*, **c** *Fouquieria macdougalii*, **d** *Jatropha cardiophylla*. La línea en el recuadro blanco es igual a 300 µm.

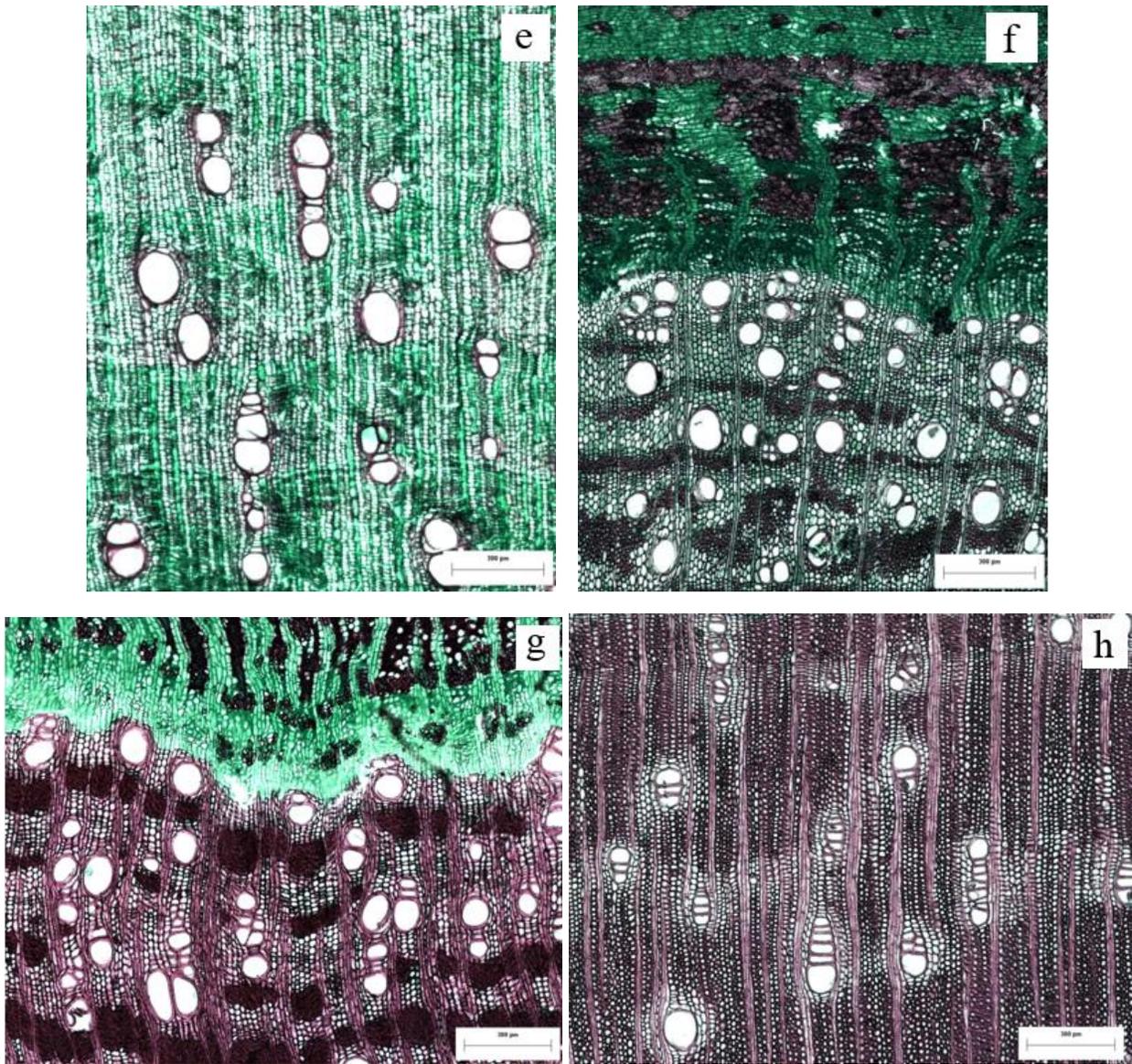


Figura 5 cont. Cortes histológicos transversales de la madera del tallo de las especies que crecen en las islas de diversidad en Planicies de Sonora, Sonora. 40x; **e** *Jatropha cordata*, **f** *Mimosa distachya*, **g** *Olneya tesota*, **h** *Parkinsonia microphylla*. La línea en el recuadro blanco es igual a 300 µm.

7.1.1.6 Variabilidad de los rasgos funcionales dentro de cada especie de las islas de diversidad de Planicies de Sonora

La variabilidad es alta para la mayoría de los rasgos funcionales, tanto para volumen de la planta (VP), los rasgos de copa (VC, cobertura, AC, PC), de tallo (TS, AB, GCT), de rama (GCR, IDA) y de biomasa de cada especie (Cuadro 8), exceptuando la profundidad de copa (PC) en *B. laxiflora*, *J. cardiophylla* y *J. cordata* (Cuadro 8). El coeficiente de variación (CV) en la altura de cada especie es menor al 30%, *J. cardiophylla* es la única especie con un CV mayor al 30% en la altura.

Para los rasgos anatómicos de la madera (DV, NV, IV, CHr, GPF, NF y IRM) y la densidad de la madera (WD) los CV en cada especie fueron menores al 30%, exceptuando los casos de *F. macdougallii*, *M. distachya*, *B. laxiflora* y *J. cardiophylla* que presentan valores de CV mayores al 30% en algunos rasgos anatómicos (Cuadro 8).

En resumen, los rasgos arquitecturales y la biomasa presentan una alta variabilidad dentro de especies; mientras que la densidad de la madera y los rasgos anatómicos de la madera parecen ser menos variables dentro de cada especie, exceptuando los casos arriba mencionados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Coeficiente de variación de los rasgos funcionales dentro de cada especie de las islas de diversidad de Planicies de Sonora. Burfag (*Bursera fagaroides*); Burlax (*Bursera laxiflora*); Foumac (*Fouquieria macdougalii*); Jatcar (*Jatropha cardiophylla*); Jatcor (*Jatropha cordata*); Mimdis (*Mimosa distachya*); Olntes (*Olneya tesosa*); Parmic (*Parkinsonia microphylla*); A (Altura; m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $1 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Coeficientes de variación %								
	Burfag	Burlax	Foumac	Jatcar	Jatcor	Mimdis	Olntes	Parmic
A	17.69	23.40	20.23	39.16	27.51	26.77	17.88	19.54
AC	31.07	33.64	52.78	72.12	32.00	62.26	42.27	39.06
APR	66.07	75.38	67.80	-	75.52	-	81.52	78.68
PC	23.55	33.61	24.94	42.68	41.92	25.66	25.70	21.92
Cob	48.82	68.68	46.37	47.97	57.07	46.89	44.62	48.72
AB	72.66	43.76	63.47	-	79.28	-	87.16	62.27
VC	61.31	41.99	60.67	86.51	86.62	60.48	57.96	53.48
VP	59.33	49.85	56.71	73.40	73.46	66.51	57.91	55.72
TS	81.06	50.49	52.34	49.90*	59.44	39.76*	42.74	26.69
GCT	31.79	28.98	45.42	-	36.68	-	35.55	53.79
GCR	42.17	31.92	50.76	34.99	31.29	44.38	42.11	51.77
IDA	38.93	37.29	34.37	49.85	29.69	35.80	40.70	44.95
DV	12.54	6.08	10.53	12.92	22.80	11.56	16.81	9.58
NV	5.77	7.23	38.48	18.23	20.36	26.66	29.30	21.11
GPF	10.17	11.22	8.50	11.37	8.39	26.51	17.31	8.17
NF	9.69	14.70	14.62	27.08	19.53	4.58	23.72	7.56
IRM	19.76	23.70	6.84	30.47	19.19	23.17	25.54	9.55
IV	6.80	10.37	41.26	16.38	22.58	41.42	29.37	23.70
CHr	53.32	23.99	18.80	56.29	57.11	23.38	51.35	37.30
WD	8.18	9.88	13.66	10.17	12.27	9.49	11.43	11.01
Biomasa	70.68	129.50	67.95	104.45	88.79	81.36	71.75	65.50

*Número de ramas (solo en el caso de especies arbustivas)

7.1.2 Especies aisladas

7.1.2.1 Rasgos arquitecturales de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora

Las especies *B. laxiflora*, *J. cardiophylla*, *M. distachya* y *P. microphylla* además de crecer en las islas de diversidad (ID) crecen de manera aislada en el desierto. En condiciones de aislamiento, las especies muestran rasgos de arquitectura que difieren significativamente entre ellas (Cuadros 9; 10; Figura 6), con excepción del índice de dominancia apical (IDA; Welch ANOVA: $F_{3, 19.209} = 1.095$, $p = 0.375$), que no difiere entre las cuatro especies. Los rasgos de arquitectura de *P. microphylla* son mayores en comparación con las otras especies (Figura 6), excepto por la cobertura de *B. laxiflora* y el grosor de la corteza de la rama de *J. cardiophylla* y *M. distachya* que no difieren significativamente de *P. microphylla* (Cuadros 9; 10).

Las especies arbustivas *M. distachya* y *J. cardiophylla* tienen copas muy similares en cobertura, volumen de la copa y profundidad (Cuadros 9; 10; Figura 6); aunque difieren en altura y en la altura donde comienza su copa, tienen un volumen total muy similar (Cuadros 9; 10; Figura 6).

Comparando los tallos de las dos especies arbóreas que crecen aisladas (*B. laxiflora* y *P. microphylla*), se encontraron diferencias en la altura de la primera ramificación (APR; $t_{28} = -1.815$, $p = 0.080$) y en el grosor de la corteza del tallo (GCT; $t_{27} = 2.663$, $p = 0.013$), siendo *B. laxiflora* la que tiene la corteza más gruesa y la menor APR en comparación con *P. microphylla* (Cuadro 9). Las dos especies arbóreas no difieren significativamente en el número promedio de tallos secundarios ($t_{4.183} = 1.492$, $p = 0.207$; Cuadro 9). Mientras que el área basal (AB) no se comparó entre las dos especies arbóreas, ya que de *B. laxiflora* solo se logró medir el AB de un individuo (los individuos de *B. laxiflora* que crecen aislados se ramifican a pocos centímetros del suelo y no se observa un tallo principal).

Cuadro 9. Valores promedio y desviación estándar de los rasgos arquitecturales de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); letras iguales indican similitud. El AB de *Bursera laxiflora* solo es el valor de un individuo.

Especie	Altura	AC	APR	PC	Cob	AB	GCT	GCR	TS	VC	VP	IDA
<i>Bursera laxiflora</i>	3.1 ± 0.4 ^b	0.79 ± 0.50 ^{ab}	0.070 ± 0.10 ^b	2.3 ± 0.3 ^b	15 ± 9 ^a	250	3.4 ± 1.0 ^a	2.9 ± 0.3 ^a	5.0 ± 3.1 ^a	11 ± 8 ^b	16 ± 11 ^b	3.96 ± 1.25 ^a
<i>Jatropha cardiophylla</i>	1.6 ± 0.4 ^d	0.28 ± 0.35 ^f	-	1.4 ± 0.4 ^e	5 ± 2 ^b	-	-	1.6 ± 0.5 ^b	27.5 ± 10.6 [*]	2 ± 1 ^e	3 ± 2 ^e	4.05 ± 3.82 ^a
<i>Mimosa distachya</i>	2.1 ± 0.5 ^e	0.60 ± 0.32 ^{bc}	-	1.5 ± 0.4 ^e	5 ± 2 ^b	-	-	1.4 ± 0.5 ^b	6.9 ± 3.5 [*]	3 ± 2 ^e	4 ± 3 ^e	4.48 ± 1.55 ^a
<i>Parkinsonia microphylla</i>	4.57 ± 0.89 ^a	1.00 ± 0.42 ^a	0.22 ± 0.17 ^b	3.6 ± 0.8 ^a	23 ± 13 ^a	287 ± 212	2.6 ± 0.6 ^b	1.6 ± 0.6 ^b	2.9 ± 1.0 ^b	29 ± 21 ^a	37 ± 27 ^a	4.32 ± 1.57 ^a

*Número de ramas (solo en el caso de especies arbustivas)

Cuadro 10. Prueba de ANOVA que compara los rasgos de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora. Altura (m); AC (Altura de copa; m); PC (Profundidad de copa; m); Cobertura (m²); VC (volumen de la copa; m³); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); VP (Volumen de la planta; m³); Biomasa (kg); DV (diámetro de los vasos; μm); NV (Número de vasos por mm²); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

ANOVA				
	gl	gl	F	<i>p</i>
Altura	3	75	91.882	0.0001
AC	3	75	15.608	0.0001
PC	3	75	48.845	0.0001
Cobertura	3	75	37.41	0.0001
VC	3	75	60.445	0.0001
GCR	3	74	3.767	0.0140
VP	3	75	60.428	0.0001
Biomasa	3	75	60.428	0.0001
DV	2	11	1.48	0.2700
NV	2	11	18.768	0.0001
CHr	2	11	1.627	0.2400
GPF	2	11	75.489	0.0001
NF	2	11	9.361	0.0040
IRM	2	11	34.04	0.0001

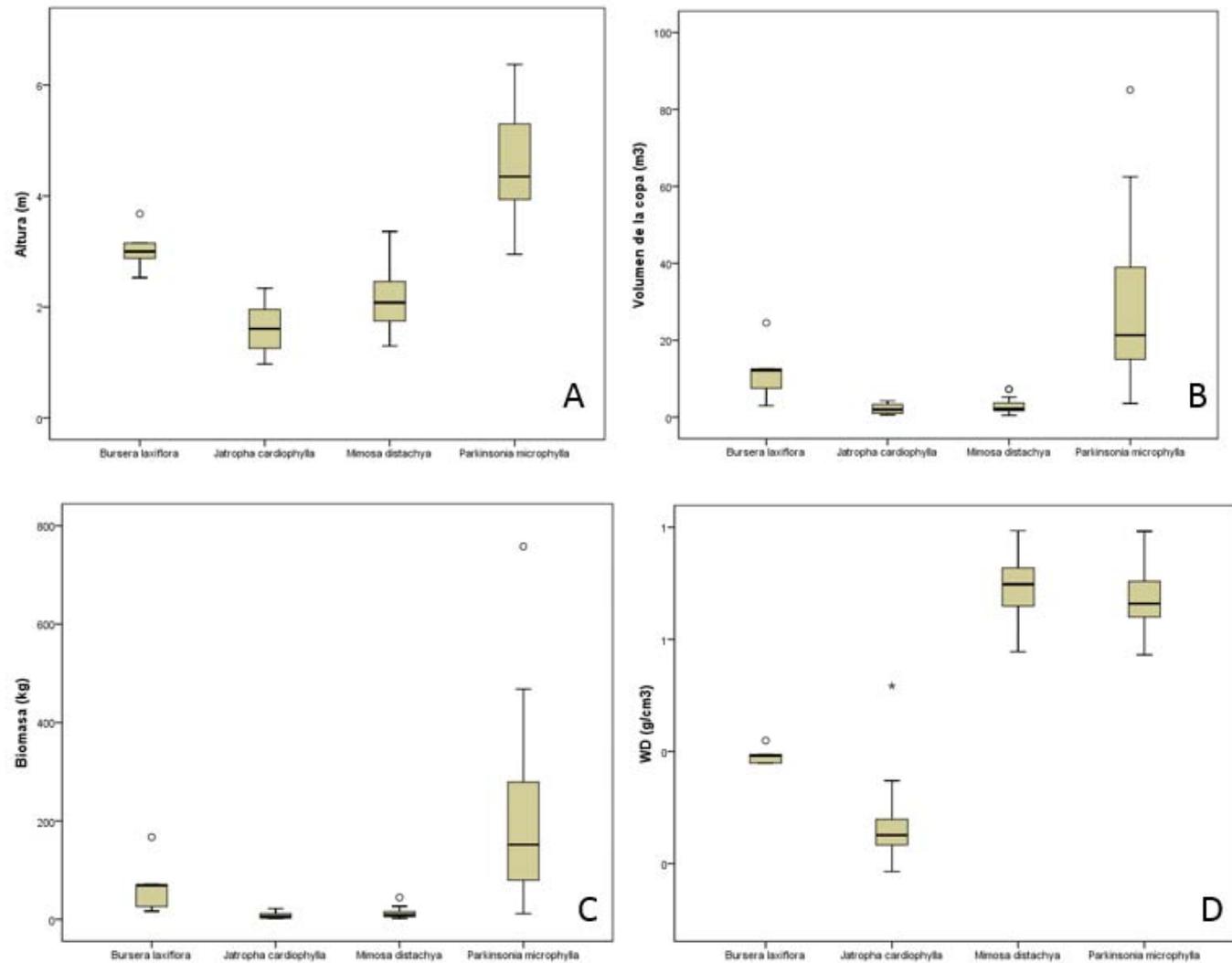


Figura 6. Diagramas de caja de los rasgos de arquitectura y densidad de la madera y biomasa de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora, Sonora. **A.** Altura (m). **B.** Volumen de la copa (m³). **C.** Biomasa (kg). **D.** Densidad de la madera (WD; g/cm³). Las cajas representan la amplitud, la barra los valores mínimo y máximo encontrados y la central el valor de la media.

7.1.2.2 Biomasa de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora

Se encontró una alta variabilidad interespecífica en la biomasa aérea promedio (Cuadro 11; Figura 6), donde *P. microphylla* fue la especie con mayor biomasa promedio (199 kg), seguida por *B. laxiflora* (69 kg) y las especies arbustivas *M. distachya* (12 kg) y *J. cardiophylla* (8 kg). Entre las especies arbustivas, la biomasa no difiere significativamente (Cuadros 10; 11; Figura 6). Las especies arbóreas son de mayor volumen total, altura y de mayores dimensiones de copa en comparación con las especies arbustivas, por lo que es lógico que las especies arbóreas tengan mayor biomasa en pie.

7.1.2.3 Densidad de la madera (WD) de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora

Hay una amplia variabilidad de la densidad de la madera (WD) entre las especies que crecen aisladas (entre 0.27 y 0.67 g/cm³; $\chi^2 = 56.563$, $p = 0.0001$; Cuadro 11; Figura 6). La WD de las especies que crecen aisladas en el desierto es muy similar a la que se presenta en las islas de diversidad. Las dos especies *M. distachya* y *P. microphylla* pertenecientes a la familia Fabaceae son las de mayor densidad y no difieren significativamente entre sí, presentando 0.70 y 0.76 g/cm³ respectivamente (Cuadro 11; Figura 6). *Bursera laxiflora* perteneciente a la familia Burseraceae tiene una WD de 0.39 g/cm³, mientras que la perteneciente a la familia Euphorbiaceae (*J. cardiophylla*) tiene una WD de 0.27 g/cm³. Estas dos especies no difieren significativamente entre sí (Cuadro 11; Figura 6).

Cuadro 11. Valores promedio y desviación estándar de la biomasa, de la densidad de la madera y de los rasgos anatómicos de la madera de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora. Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; 1 x 10⁷ μm⁴/NV); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera); letras iguales indican similitud.

Especie	Biomasa	WD	DV	NV	IV	CHr	GPF	NF	IRM
<i>Bursera laxiflora</i>	69 ± 59 ^b	0.39 ± 0.02 ^b	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jatropha cardiophylla</i>	8 ± 6 ^c	0.27 ± 0.07 ^b	59.43 ± 8.83 ^a	21 ± 6 ^b	3.08 ± 0.97 ^a	1.79 ± 1.22 ^a	1.17 ± 0.06 ^c	3243 ± 699 ^b	3803 ± 920 ^b
<i>Mimosa distachya</i>	12 ± 10 ^c	0.70 ± 0.05 ^a	52.78 ± 8.74 ^a	51 ± 10 ^a	1.04 ± 0.06 ^b	3.07 ± 2.60 ^a	3.17 ± 0.36 ^c	5151 ± 997 ^a	16431 ± 4120 ^a
<i>Parkinsonia microphylla</i>	199 ± 174 ^a	0.67 ± 0.05 ^a	51.52 ± 4.76 ^a	24 ± 8 ^b	2.34 ± 0.66 ^{ab}	1.06 ± 0.40 ^a	2.54 ± 0.35 ^b	3156 ± 554 ^b	7976 ± 1533 ^b

7.1.2.4 Rasgos anatómicos de la madera de las especies que crecen aisladas en Planicies de Sonora

El rango del diámetro de los vasos (DV) oscila entre los 51.5 y 59.4 μm (Cuadro 11; Figura 7), mientras que la conductividad hídrica relativa (CHr) oscila entre 1.06 y $3.07 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$ (Cuadro 11; Figura 7) en las especies que crecen aisladas en PS. Entre las especies *J. cardiophylla*, *M. distachya* y *P. microphylla* no hay diferencias significativas en el DV y la CHr (Cuadro 10).

El número de vasos por mm^2 de *J. cardiophylla* (21 vasos) y de *P. microphylla* (24 vasos) es menor que los que posee *M. distachya* (51 vasos; Cuadros 10; 11; Figura 7). En cuanto al índice de vulnerabilidad (IV) *J. cardiophylla* y *P. microphylla* (Cuadro 11) presentan valores mayores de 1, mientras que *M. distachya* tiene un valor de 1.04 siendo la menos vulnerable; entre estas tres especies hay diferencias significativas en el IV (Welch ANOVA: $F_{2, 5.070} = 18.094$, $p = 0.005$).

En cuanto a las propiedades de las fibras, *J. cardiophylla* y *P. microphylla* presentan un bajo índice de rigidez de la madera (IRM) y un bajo número de fibras por mm^2 a comparación de *M. distachya* (Cuadros 10; 11; Figura 7). Las tres especies tienen diferente grosor de pared de fibra (GPF) donde *J. cardiophylla* presenta fibras con un grosor de 1.17 μm , siendo la especie que presenta fibras menos gruesas, mientras que *M. distachya* es la especie con fibras más gruesas de 3.17 μm en promedio (Cuadros 10; 11; Figura 7).

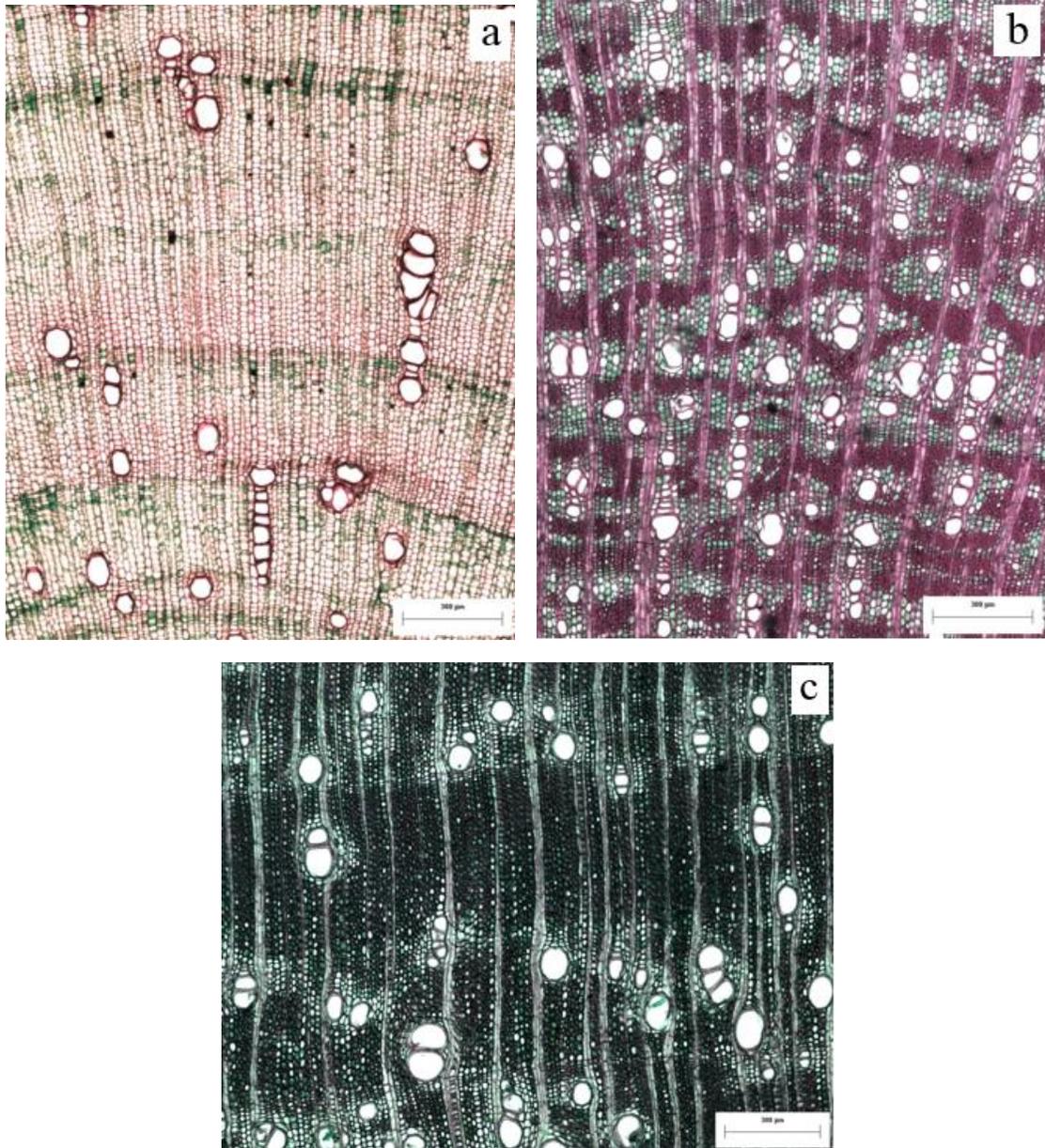


Figura 7. Cortes histológicos transversales de madera del tallo de las especies que crecen aislados en Planicies de Sonora, Sonora. 40x; **a** *Jatropha cardiophylla*, **b** *Mimosa distachya*, **c** *Parkinsonia microphylla*. La línea en el recuadro blanco es igual a 300 µm.

7.1.2.5 Variabilidad de los rasgos funcionales dentro de cada especie que crecen aisladas en Planicies de Sonora

Los rasgos del tallo (TS, AB), de rama (GCR, IDA), de volumen (VP) y biomasa en cada especie tienen altos porcentajes en el coeficiente de variación (CV; > 30%), con algunas excepciones (Cuadro 12). Los rasgos mencionados también varían en cada una de las especies que crecen en las islas de diversidad (Cuadro 8). Los rasgos de copa (VC, cobertura, AC, PC) presentaron CV menores al 30 % en cada especie, lo cual difiere de lo observado en las plantas que conforman las islas de diversidad (Cuadros 8; 12). La altura promedio de cada especie presentó CV menores al 30% en cada especie (Cuadro 12).

La densidad de la madera y los rasgos anatómicos de la madera (DV, NV, IV, CHr, GPF, NF y IRM) presentaron porcentajes menores al 30% en cada especie (Cuadro 12); con excepción de *P. microphylla* en el número de vasos por mm² y en *J. cardiophylla* en el índice de vulnerabilidad, que presentan valores del 35% y 32% respectivamente (Cuadro 12).

La biomasa y los rasgos arquitecturales (exceptuando los rasgos de la copa) tienen coeficientes de variación mayores al 30%; mientras los rasgos anatómicos y la densidad de la madera presentan porcentajes menores al 30%, exceptuando los casos mencionados.

Cuadro 12. Coeficiente de variación de los rasgos funcionales dentro de cada especie que crece solitaria en Planicies de Sonora. Burlax (*Bursera laxiflora*); Jatcar (*Jatropha cardiophylla*); Mimdis (*Mimosa distachya*); Parmic (*Parkinsonia microphylla*); A (Altura; m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; m²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $1 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Coeficientes de variación %				
	Burlax	Jatcar	Mimdis	Parmic
A	13.81	25.3	24.57	19.43
AC	63.52	60.8	53.42	42.24
APR	148.12	-	-	79.85
PC	14.94	30.49	25.05	22.59
Cob	57.95	49.54	46.81	58.14
AB	-	-	-	73.7
VC	67.25	58.68	65.49	72.26
VP	70.61	64.99	65.55	71.83
TS	61.64	38.39*	49.85*	35.54
GCT	29.26	-	-	24.11
GCR	14.62	33.02	37.95	37.47
IDA	31.64	94.31	34.5	36.36
DV	-	14.85	16.57	9.24
NV	-	29.34	20.3	35.29
GPF	-	4.73	11.23	13.85
NF	-	21.54	19.35	17.56
IRM	-	24.19	25.07	19.22
IV	-	31.6	5.8	28.8
CHr	-	68.08	84.69	37.71
WD	4.18	24.71	7.29	7.71
Biomasa	85.3	78.23	81.85	87.53

*Número de ramas (solo en el caso de especies arbustivas)

7.2 Especies de la Selva Baja Caducifolia

7.2.1 Rasgos arquitecturales de las especies de la Selva Baja Caducifolia

La variabilidad de los rasgos de arquitectura en la SBC es amplia (Cuadros 13; 14; 15; 16; Figura 8). El estrato vertical se puede dividir en dos: a) el estrato alto (5 a 7.5 m) en donde se encuentra la mayoría de las especies estudiadas y, la variabilidad en altura entre las especies es baja, y b) el estrato bajo de altura (0 a 5 m), en el que se encuentran las tres especies del género *Croton* que miden entre 2.5 y 2.7 m de altura (Cuadro 13; Figura 8). La altura donde comienza la copa es bastante uniforme entre las especies que ocupan el estrato alto (entre 2.5 y 3.5 m); sin embargo, los rasgos de la copa y tallo son muy variables entre dichas especies (Cuadro 13).

El volumen total (VP) es bastante variable entre las especies, donde *C. mangense* es la especie con mayor VP promedio (100 m³; Cuadros 13; 15); las especies que pertenecen al género *Croton* que son *C. alamosanus*, *C. flavescens* y *C. sp.* tienen el menor volumen, con 2.6, 1.9 y 2.5 m³, respectivamente.

Las copas de las especies que crecen en la SBC tienden a ser diferentes (Cuadros 13; 14; 16; Figura 8). La cobertura de las especies varía entre 6.9 y 46.1 m² en las especies del estrato alto, mientras que las especies del género *Croton* que pertenecen al estrato bajo la cobertura varía entre 2.3 y 2.9 m² (Cuadro 13). La profundidad de la copa (PC) de las especies de la SBC varía entre 1.1 y 4.1 m (Cuadro 13); mientras que el volumen de la copa (VC) varía entre 1.9 y 100.1 m³ (Cuadro 13; Figura 8). *Chloroleucon mangense* es la especie con mayor VC (100.1 m³) y cobertura (46.1 m²), y *T. impetiginosa* es la especie con mayor PC (4.1 m); mientras que las especies que pertenecen al género *Croton* tienen menor cobertura, VC y PC (Cuadro 13; Figura 8).

Entre las especies hay poca variabilidad en el número de tallos secundarios; en general las especies presentan un solo tallo, con excepción de *C. mangense* que en promedio tiene tres tallos secundarios (Cuadro 13). El área basal (AB) de las especies de la SBC es bastante variable entre las especies (de 9.9 a 455.6 cm²); *I. arborescens*, *F. macdougallii*, *B. fagaroides* y *B. laxiflora* tienen el AB mayor (Cuadro 13).

Cuadro 13. Valores promedio y desviación estándar de los rasgos arquitecturales de las especies la Selva Baja Caducifolia e San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); letras iguales indican similitud.

Especie	Altura	AC	APR	PC	Cob	AB	GCT	GCR	TS	VC	VP	IDA
<i>Bursera fagaroides</i>	6.1 ± 0.9	2.97 ± 0.80 ^{ab}	0.81 ± 0.47 ^{bcd}	3.1 ± 0.7 ^{bcd}	30 ± 16	449 ± 337	5.6 ± 4.1 ^{abcd}	5.3 ± 3.2 ^{ab}	1.2 ± 0.6	32 ± 21	61 ± 37 ^{ab}	1.81 ± 0.78 ^{ef}
<i>Bursera lancifolia</i>	6.4 ± 0.9	3.42 ± 0.56 ^a	1.15 ± 0.64 ^{bcd}	3.0 ± 0.7 ^{bc}	22 ± 12	370 ± 323	7.8 ± 2.9 ^{ab}	6.7 ± 2.6 ^a	1.0 ± 0.0	23 ± 17	48 ± 31 ^b	1.88 ± 0.76 ^{d,ef}
<i>Bursera laxiflora</i>	6.0 ± 0.7	3.02 ± 0.55 ^{ab}	0.62 ± 0.63 ^{cd}	2.9 ± 0.8 ^{cd}	29 ± 14	441 ± 38	5.9 ± 2.5 ^{abc}	5.5 ± 3.1 ^{ab}	1.6 ± 1.3	28 ± 15	58 ± 31 ^{ab}	1.63 ± 0.63 ^c
<i>Chloroleucon mangense</i>	6.3 ± 0.9	2.58 ± 0.63 ^b	0.70 ± 0.41 ^d	3.7 ± 0.63 ^{ab}	46 ± 42	369 ± 334	1.5 ± 0.6 ^f	1.3 ± 0.6 ^{ef}	3 ± 1.7	60 ± 40	100 ± 63 ^a	2.31 ± 0.77 ^{d,ef}
<i>Croton alamosanus</i>	2.7 ± 0.5	1.34 ± 0.47 ^e	0.29 ± 0.16 ^e	1.4 ± 0.4 ^f	3 ± 1	10 ± 5	1.8 ± 0.5 ^{ef}	1.5 ± 0.7 ^{ef}	1.0 ± 0.0	1 ± 0.7	3 ± 1 ^d	3.18 ± 1.07 ^{abc}
<i>Croton flavescens</i>	2.5 ± 0.4	1.38 ± 0.33 ^e	0.31 ± 0.24 ^e	1.2 ± 0.2 ^f	2 ± 1	10 ± 5	2.7 ± 1.0 ^{d,ef}	2.1 ± 0.3 ^{d,ef}	1.0 ± 0.0	1 ± 0.4	2 ± 1 ^d	4.18 ± 0.95 ^a
<i>Croton sp.</i>	2.6 ± 0.3	1.31 ± 0.27 ^e	0.24 ± 0.19 ^e	1.3 ± 0.4 ^f	3 ± 1	13 ± 10	2.8 ± 0.3 ^{d,ef}	1.5 ± 0.6 ^{d,ef}	1.2 ± 0.8	1 ± 0.8	3 ± 1 ^d	3.82 ± 0.94 ^{ab}
<i>Fouquieria macdougalii</i>	6.3 ± 0.9	3.29 ± 0.62 ^a	1.11 ± 0.78 ^{bcd}	3.0 ± 0.8 ^{bcd}	17 ± 9	448 ± 253	5.6 ± 4.1 ^{abcd}	3.5 ± 2.3 ^{bc}	1.1 ± 0.4	17 ± 11	36 ± 22 ^b	3.05 ± 1.21 ^{bc}
<i>Hintonia latiflora</i>	5.3 ± 0.9	3.21 ± 0.67 ^{ab}	1.51 ± 0.71 ^{abcd}	2.1 ± 0.8 ^c	9 ± 6	121 ± 122	7.8 ± 2.9 ^{ab}	3.6 ± 2.2 ^{bc}	1.0 ± 0.2	6 ± 7	17 ± 13 ^c	2.75 ± 1.46 ^{cd}
<i>Ipomoea arborescens</i>	6.9 ± 1.2	3.38 ± 0.49 ^a	1.48 ± 0.84 ^{abc}	3.5 ± 1.3 ^{abc}	16 ± 8	455 ± 290	5.9 ± 2.5 ^{abc}	1.1 ± 0.5 ^e	1.0 ± 0.0	21 ± 13	40 ± 21 ^b	2.28 ± 0.84 ^{d,ef}
<i>Jatropha cordata</i>	5.7 ± 0.8	3.42 ± 0.69 ^a	1.41 ± 0.99 ^{ab}	2.3 ± 0.7 ^d	9 ± 6	173 ± 119	1.5 ± 0.6 ^f	2.8 ± 1.6 ^{bcd}	1.2 ± 0.7	8 ± 7	18 ± 14 ^c	2.35 ± 1.07 ^{d,ef}
<i>Lysiloma divaricatum</i>	5.6 ± 0.9	3.48 ± 1.03 ^a	1.66 ± 1.16 ^a	2.1 ± 0.7 ^e	6 ± 3	55 ± 63	1.8 ± 0.5 ^{ef}	1.4 ± 0.6 ^{d,ef}	1.1 ± 0.2	5 ± 4	13 ± 8 ^c	2.47 ± 1.15 ^{d,ef}
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	7.4 ± 1.5	3.21 ± 0.92 ^a	1.29 ± 0.84 ^{abcd}	4.2 ± 1.2 ^a	22 ± 11	232 ± 181	2.7 ± 1.0 ^{d,ef}	5.4 ± 2.6 ^{ab}	1.0 ± 0.0	33 ± 24	58 ± 37 ^{ab}	2.72 ± 0.95 ^{bc}

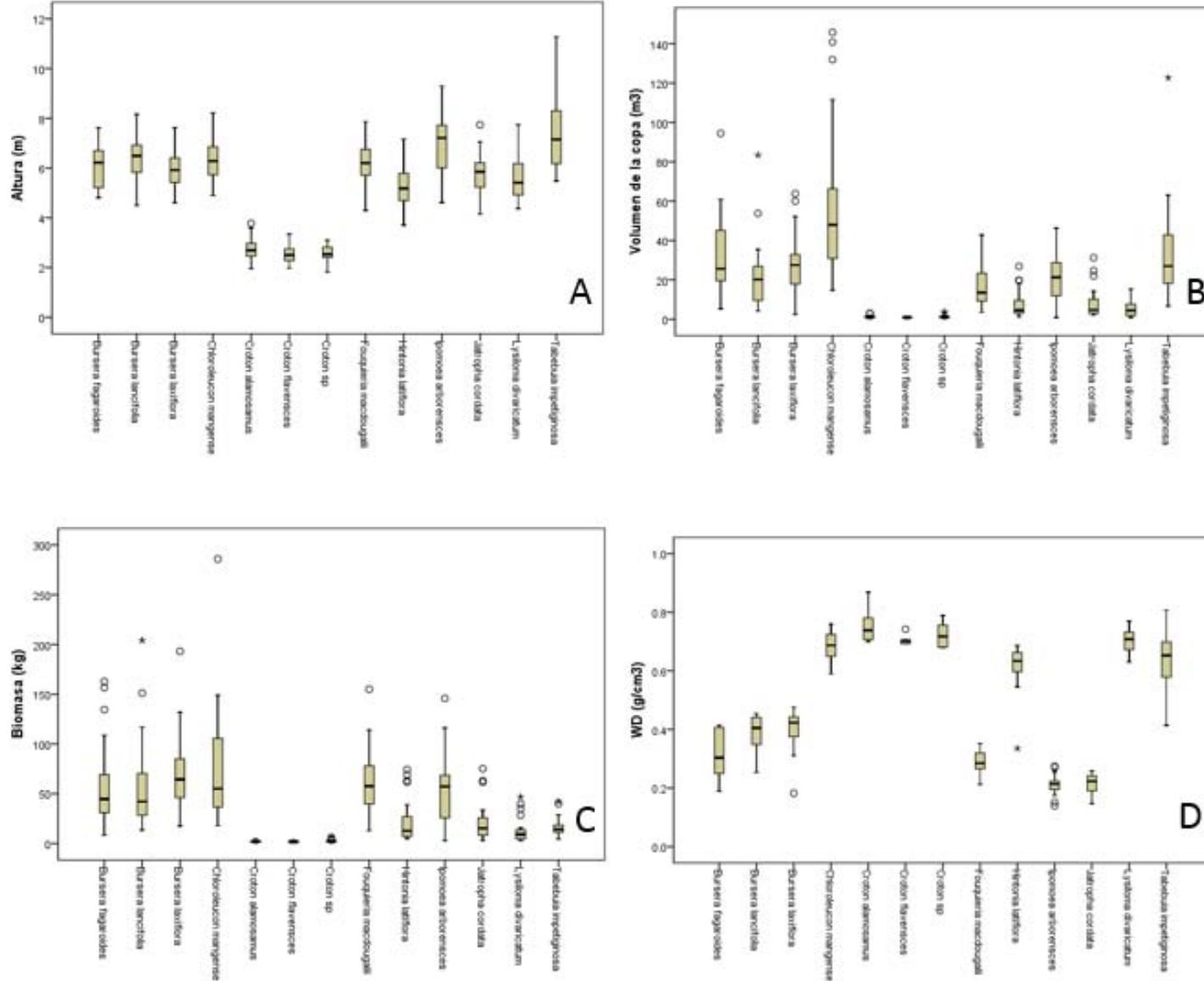


Figura 8. Diagramas de caja de los rasgos de arquitectura y densidad de la madera y biomasa de las especies que crecen en la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. **A.** Altura (m). **B.** Volumen de la copa (m³). **C.** Biomasa (kg). **D.** Densidad de la madera (WD; g/cm³). Las cajas representan la amplitud, la barra los valores mínimo y máximo encontrados y la central el valor de la media.

Cuadro 14. Prueba de Kruskal Wallis que compara los rasgos de las especies de la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); Cobertura (m²); VC (volumen de la copa; m³); AB (Área basal; cm²); TS (Número de tallos secundarios); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Kruskal Wallis			
	gl	Ch ²	<i>p</i>
Altura	12	202.464	0.0001
Cobertura	12	240.662	0.0001
VC	12	239.218	0.0001
AB	12	221.536	0.0001
TS	12	126.310	0.0001
WD	12	190.112	0.0001

Cuadro 15. Prueba de ANOVA que compara los rasgos de las especies de la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); VP (Volumen de la planta; m³); DV (diámetro de los vasos; μm); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

ANOVA				
	gl	gl	F	<i>p</i>
IDA	12	310	13.658	0.0001
VP	12	310	114.209	0.0001
DV	7	25	71.89	0.0001
GPF	7	25	19.004	0.0001
NF	7	25	40.588	0.0001
IRM	7	25	23.613	0.0001

Cuadro 16. Prueba Welch ANOVA que compara los rasgos de las especies de la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. AC (Altura de copa; m); PC (Profundidad de copa; m); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); APR (Altura de la primera ramificación; m); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); Biomasa (kg); NV (Número de vasos por mm²); IV (índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$).

Welch ANOVA				
	gl	gl	F	p
AC	12	120.193	87.974	0.0001
PC	12	119.191	73.468	0.0001
GCT	12	58.004	29.090	0.0001
APR	12	116.676	14.391	0.0001
GCR	12	87.108	19.863	0.0001
Biomasa	12	110.566	131.37	0.0001
NV	7	7.834	9.162	0.0001
IV	7	7.58	57.67	0.0001
CHr	7	7.453	29.60	0.0001

Las especies con mayor grosor de corteza pertenecen al género *Bursera* y a la especie *J. cordata* que tienen tallos fotosintéticos; también *H. latiflora* y *T. impetiginosa* tienen cortezas gruesas (Cuadro 13). El índice de dominancia apical (IDA) varía entre 1.6 y 4.1 (Cuadro 13), donde *C. flavescens* es la especie con mayor IDA (4.1), seguida de *Croton* sp. (3.8) y *C. alamosanus* (3.1).

7.2.2 Biomasa de las especies de la Selva Baja Caducifolia

La variabilidad de la biomasa entre las especies de la selva es amplia (entre 1.9 y 78.7 kg; Cuadros 16; 17; Figura 8). Las especies con mayor volumen son las que tienen mayor biomasa. Sin embargo, *T. impetiginosa* tiene un volumen grande y una biomasa baja en comparación con las otras especies del estrato alto, por lo que parece que en esta especie está más relacionada la biomasa con el área basal del tallo (ver sección 7.4 Relaciones alométricas). Las tres especies de la familia Burseraceae, junto con *C. mangense*, *F. macdougallii* e *I. arborescens* son las que tienen mayor biomasa aérea; sin embargo, no hay diferencias significativas entre estas especies (Cuadro 17; Figura 8).

Cuadro 17. Valores promedio y desviación estándar de la biomasa, de la densidad de la madera y de los rasgos anatómicos de la madera de las especies de la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $1 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera); letras iguales indican similitud.

Especie	Biomasa	WD	DV	NV	IV	CHr	GPF	NF	IRM
<i>Bursera fagaroides</i>	59 ± 41 ^a	0.32 ± 0.08	65.49 ± 7.16 ^a	43 ± 6 ^c	1.57 ± 0.40 ^a	4.90 ± 1.39 ^b	1.67 ± 4.06 ^d	1627 ± 126 ^d	2702 ± 15 ^d
<i>Bursera lancifolia</i>	59 ± 47 ^a	0.39 ± 0.08	67.48 ± 4.88 ^a	45 ± 8 ^c	1.56 ± 0.43 ^a	5.70 ± 0.56 ^b	2.25 ± 0.35 ^{c,d}	2012 ± 800 ^d	4425 ± 1425 ^d
<i>Bursera laxiflora</i>	70 ± 30 ^a	0.40 ± 0.06	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chloroleucon mangense</i>	79 ± 71 ^a	0.68 ± 0.05	64.49 ± 5.53 ^a	45 ± 18 ^c	1.62 ± 0.65 ^a	5.07 ± 2.66 ^b	2.39 ± 0.24 ^{b,c,d}	8213 ± 1249 ^a	19757 ± 4013 ^a
<i>Croton alamosanus</i>	2 ± 0.9 ^d	0.75 ± 0.06	36.20 ± 2.92 ^b	163 ± 23 ^b	0.23 ± 0.04 ^{b,c}	1.77 ± 0.42 ^b	2.35 ± 0.30 ^{b,c,d}	4879 ± 947 ^{b,c}	11404 ± 1863 ^b
<i>Croton flavescens</i>	2 ± 0.9 ^d	0.71 ± 0.02	-	-	-	-	-	-	-
<i>Croton</i> sp.	2 ± 1 ^d	0.72 ± 0.05	37.41 ± 2.85 ^b	175 ± 42 ^b	0.22 ± 0.06 ^{b,c}	2.20 ± 0.87 ^b	2.68 ± 0.3 ^{b,c}	5258 ± 627 ^b	13970 ± 349 ^b
<i>Fouquieria macdougalii</i>	62 ± 33 ^a	0.29 ± 0.04	60.15 ± 4.77 ^a	66 ± 10 ^c	0.92 ± 0.07 ^{a,b}	5.78 ± 0.16 ^b	3.15 ± 0.47 ^{a,b}	1529 ± 619 ^d	4736 ± 1881 ^{c,d}
<i>Hintonia latiflora</i>	22.5 ± 21 ^b	0.62 ± 0.07	27.97 ± 1.47 ^b	327 ± 66 ^a	0.09 ± 0.02 ^c	1.23 ± 0.16 ^b	3.71 ± 0.33 ^a	2339 ± 109 ^d	8681 ± 790 ^{b,c}
<i>Ipomoea arborescens</i>	55 ± 35 ^a	0.21 ± 0.03	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jatropha cordata</i>	21 ± 19 ^b	0.21 ± 0.03	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lysiloma divaricatum</i>	12 ± 12 ^c	0.70 ± 0.04	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	16 ± 9.1 ^b	0.64 ± 0.09	66.28 ± 2.87 ^a	93 ± 35 ^{b,c}	0.81 ± 0.35 ^{a,b,c}	10.90 ± 2.98 ^a	3.93 ± 0.53 ^a	3112 ± 448 ^{c,d}	12352 ± 3123 ^b

7.2.3 Densidad de la madera (WD) de las especies de la Selva Baja Caducifolia

Hay una amplia variabilidad en la densidad de la madera entre las especies de la SBC (entre 0.21 y 0.72 g/cm³; Cuadros 14; 17; Figura 8). Las especies del género *Croton* y las especies de la familia Fabaceae (*C. mangense* y *L. divaricatum*) son las de mayor densidad; mientras que *I. arborescens* y *J. cordata* son las especies con menor densidad con 0.21 g/cm³ (Cuadro 17). Las especies del género *Croton* difieren en arquitectura de las especies de la familia Fabaceae, por lo que posiblemente no haya relación entre la WD y algún rasgo de arquitectura a nivel interespecífico (ver sección 7.4 Relaciones alométricas).

7.2.4 Rasgos anatómicos de la madera de las especies de la Selva Baja Caducifolia

De los rasgos anatómicos de la madera de las especies de la SBC, el diámetro de los vasos (DV) varía de 27 a 67 μm, mientras que la conductividad hídrica relativa (CHr) varía entre 1.23 y 10.90 × 10⁷ μm⁴/NV (Cuadros 15; 16; 17; Figura 9). *Croton* sp., *C. alamosanus* e *H. latifolia* tienen los menores DV y CHr, mientras que el resto de las especies varían muy poco en estos rasgos, con excepción de *T. impetiginosa* que tiene la mayor CHr (10.90 × 10⁷ μm⁴/NV; Cuadro 17).

El número de vasos por mm² (NV) es bastante variable entre las especies (entre 42 y 327 vasos por mm²). Las especies *Croton* sp., *C. alamosanus* e *H. latifolia* son las de menor DV y presentan mayor NV y menor vulnerabilidad a la cavitación (IV; Cuadro 17; Figura 9). La mayoría de las especies tienen valores de IV menores a 1, con excepción de *C. mangense*, *B. fagaroides* y *B. lancifolia* (Cuadro 16). Se excluyeron de este análisis a las especies *B. laxiflora*, *C. flavescens*, *I. arborescens*, *J. cordata* y *L. divaricatum* (ver sección 6.6 Materiales y Métodos).

Hay una baja variabilidad en el grosor de las paredes de las fibras entre las especies (entre 1.6 y 3.9 μm) en comparación con el número de fibras por mm² (entre 1529 y 8213 fibras por mm²); la combinación de estas dos propiedades directamente influye en el índice de rigidez de la madera (IRM; Cuadro 17). *Chloroleucon mangense* es la especie con mayor IRM (19757), mientras que *F. macdougallii*, *B. fagaroides* y *B. lancifolia* tienen el menor IRM (Cuadro 17).

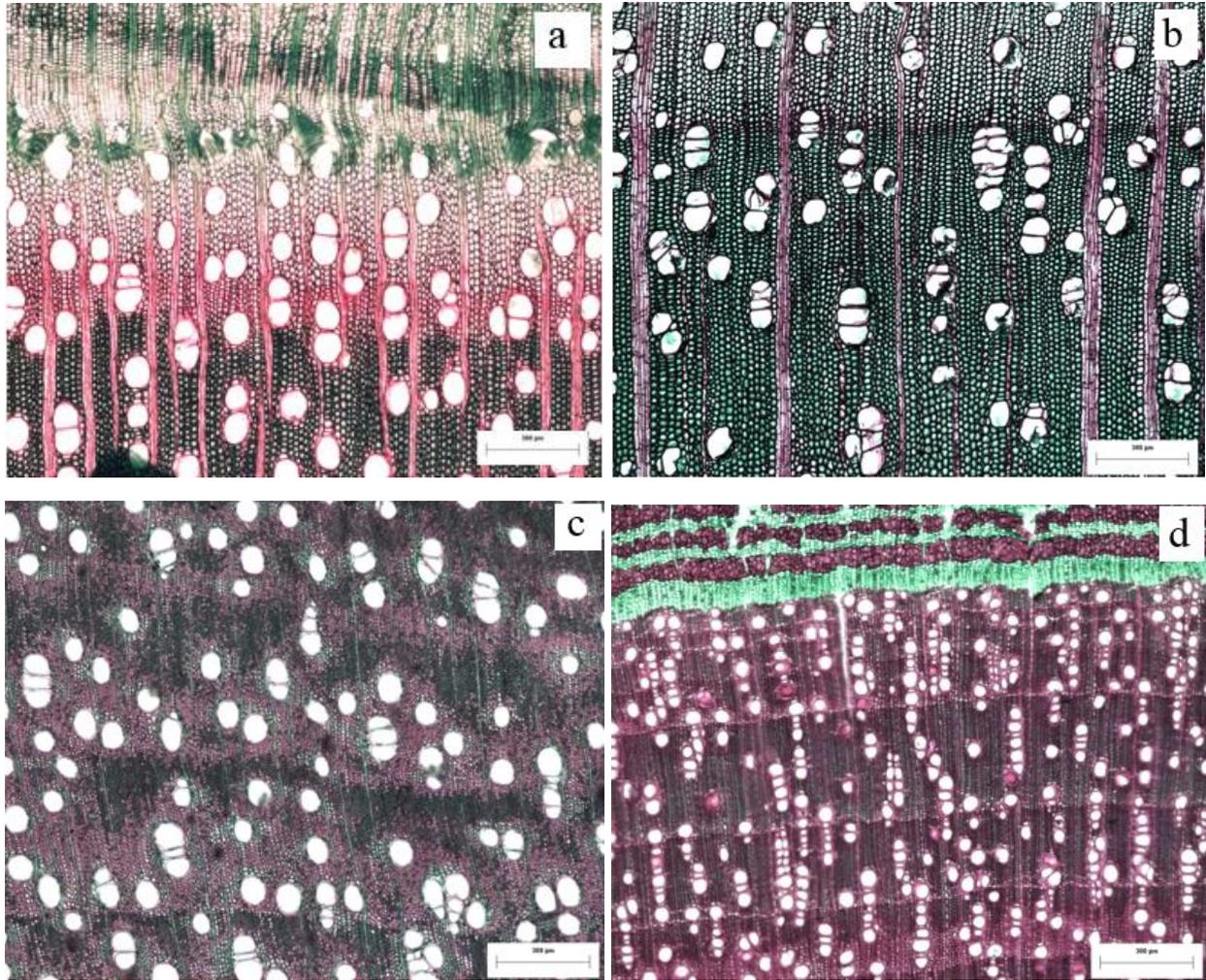


Figura 9. Cortes histológicos transversales de la madera del tallo de las especies que crecen en la Selva Baja Caducifolia, Sonora. 40x; **a** *Bursera fagaroides*, **b** *Bursera lancifolia*, **c** *Chloroleucon mangense*, **d** *Croton alamosanus*. La línea en el recuadro blanco es igual a 300 µm.

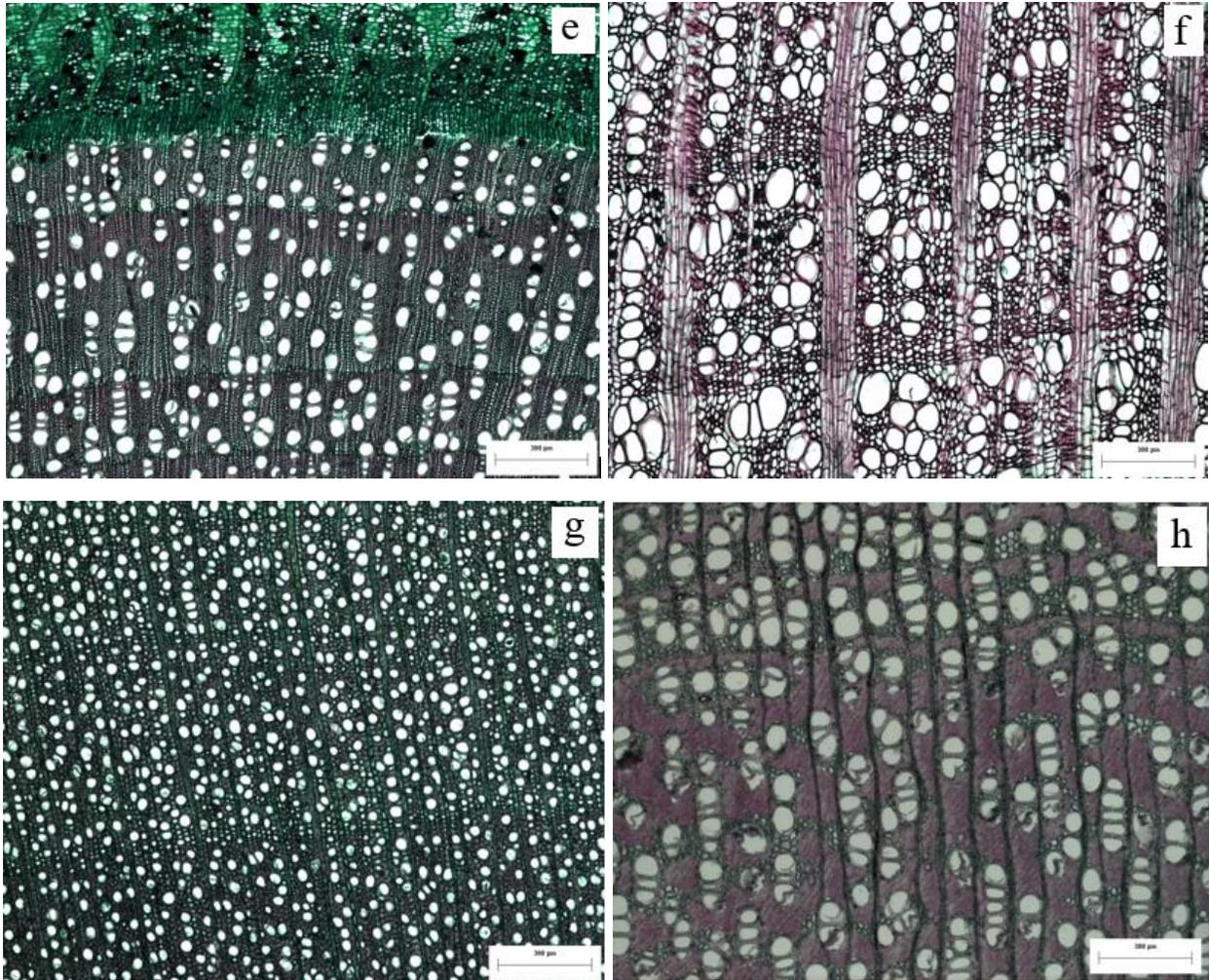


Figura 9 cont. Cortes histológicos transversales de la madera del tallo de las especies que crecen en la Selva Baja Caducifolia, Sonora. 40x; **e** *Croton* sp., **f** *Fouquieria macdougalii*, **g** *Hintonia latifolia*, **h** *Tabebuia impetiginosa*. La línea en el recuadro blanco es igual a 300 µm.

7.2.5 Variabilidad intraespecífica de los rasgos funcionales en la Selva Baja Caducifolia

La variabilidad de los rasgos funcionales en la mayoría de los rasgos de arquitectura y la biomasa es amplia en cada especie presentando coeficientes de variación (CV) mayores al 30%, con algunas excepciones (Cuadro 18). Se encontró que la altura total y altura de copa son los que menos varían en cada especie; mientras que los rasgos de tallo (área basal, altura de la primera ramificación, grosor de la corteza), cobertura y volumen de copa son los que más varían (Cuadro 18). El número de tallos secundarios (TS) es variable, pero únicamente dentro de algunas especies, resaltando los casos de *B. fagaroides*, *B. laxiflora*, *F. macdougallii* y *J. cordata* que también variaron en Planicies de Sonora (Cuadros 4; 18). *C. mangense* tiene una amplia variabilidad en el número de tallos secundarios (CV > 30%), lo cual puede deberse a que la mayoría de los individuos de esta especie tienen evidencia de poda y la variabilidad podría atribuirse a ello.

La densidad de la madera y los rasgos anatómicos de la madera varían poco en cada especie (Cuadro 18). Sin embargo, hay excepciones, como en el caso de *C. mangense*, *T. impetiginosa*, *B. lancifolia* y *F. macdougallii* que presentan CV mayores al 30% en algunos rasgos de anatomía (Cuadro 18).

Al igual que en Planicies de Sonora, en la SBC los rasgos con tienen mayor variabilidad dentro de cada especie son los de arquitectura y en la biomasa en pie (CV < 30%); mientras que los rasgos anatómicos de la madera y la densidad de la madera tienen menor variabilidad en cada especie (CV > 30%; Cuadros 8; 18).

Cuadro 18. Coeficiente de variación de los rasgos funcionales dentro de cada especie de la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Burfag (*Bursera fagaroides*); Burlan (*Bursera lancifolia*); Burlax (*Bursera laxiflora*); Chlman (*Chloroleucon mangense*); Croala (*Croton alamosanus*); Crofla (*Croton flavescens*); Crops (*Croton* sp); Foumac (*Fouquieria macdougalii*); Hinlan (*Hintonia latifolia*); Ipoarb (*Ipomoea arborescens*); Jatcor (*Jatropha cordata*); Lysdiv (*Lysiloma divaricatum*); Tabimp (*Tabebuia impetiginosa*); A (Altura; m); AC (Altura de la de la copa; m); APR (Altura de la primera ramificación; m); PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; µm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; 1 x 10⁷ µm⁴/NV); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; µm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

	Coeficientes de variación %												
	Burfag	Burlan	Burlax	Chlman	Croala	Crofla	Crops	Foumac	Hinlan	Ipoarb	Jatcor	Lysdiv	Tabimp
A	15.3	14.32	12.17	13.94	16.45	14.23	11.42	14.06	16.06	17.68	15.25	16.11	20.76
AC	26.97	16.45	18.16	24.31	34.78	23.79	20.85	18.87	20.83	14.54	20.13	29.71	28.65
APR	58.42	55.61	68.87	58.77	55.1	78.27	79.42	70.16	47.03	56.4	70.28	70.02	64.96
PC	24.15	22.62	28.1	17.07	28.05	19.36	27.82	25.9	35.27	35.9	32.07	34.75	29.04
Cob	53.37	56.27	48.66	51.69	47.76	39.87	41.99	56.12	64.54	48.84	64.3	54.15	49.89
AB	75.09	81.45	59.11	90.55	48.36	50.57	75.27	56.57	100.4	63.63	68.97	113.99	78.3
VC	63.33	75.82	53.94	65.89	53.76	42.23	63.24	63.72	92.71	61.71	93.94	76.3	72.63
VP	59.33	65.49	53.18	63.39	50.7	40.82	46.48	60.57	75.22	52.94	74.29	62.56	64.86
TS	53.84	0	78.64	55.58	0	0	71.28	39.29	19.23	0	53.75	21.02	0
GCT	72.52	36.95	41.99	40.05	25.1	37.53	11.07	77	39.18	52.87	49.07	26.01	38.35
GCR	60.91	38.84	55.33	43.43	48.56	14.57	41.27	65.52	60.71	47.94	56.26	41.42	48.4
IDA	43.16	40.54	38.76	33.21	33.44	22.66	24.55	39.74	52.98	36.92	45.28	46.55	34.74
DV	10.93	7.23	-	8.57	8.07	-	7.62	7.93	5.27	-	-	-	4.34
NV	14.97	17.73	-	38.94	14.15	-	23.84	16.18	20.42	-	-	-	38.05
GPF	7.22	15.53	-	9.98	11.05	-	11.05	14.79	8.96	-	-	-	13.46
NF	7.77	39.74	-	15.21	19.42	-	11.92	40.53	4.66	-	-	-	14.43
IRM	0.55	32.2	-	20.31	16.34	-	2.5	39.73	9.11	-	-	-	25.29
IV	25.69	27.68	-	39.98	19.72	-	26.23	7.91	23.62	-	-	-	43.19
CHr	28.38	9.83	-	52.4	27.79	-	39.45	12.94	12.94	-	-	-	27.29
WD	26.47	20.54	16.05	6.86	7.71	2.9	6.72	14.27	12.08	15.25	15	5.56	13.7
Biomasa	70.78	78.55	54.49	90.86	45.86	48.41	63.82	52.75	97.54	63.36	91.89	97.03	54.57

7.3 Comparación entre comunidades

En el análisis de componentes principales (ACP) elaborado con los rasgos de arquitectura, de densidad de la madera y de biomasa de las especies seleccionadas en las dos comunidades el primer, segundo y tercer eje explican el 42%, 27% y 13% de la variación, respectivamente (Figura 10). En el primer componente los rasgos de profundidad de copa (PC), cobertura, área basal (AB), altura, volumen de copa (VC) y de la planta (VP) tuvieron una alta carga positiva en el primer eje. El número de tallos secundarios (TS) y el índice de dominancia apical (IDA) tuvieron una alta carga en el segundo componente cargándolo hacia el eje positivo, mientras que la altura de la primera ramificación (APR) y la altura de copa (AC) lo cargaron al eje negativo. En el tercer eje la densidad de la madera (WD), el grosor de la corteza de tallo (GCT) y de rama (GCR) fueron rasgos importantes.

A diferencia del primer eje principal, el segundo eje separa a las dos comunidades (prueba t : $t_{17} = 5.169$, $p = 0.0001$; Figura 10), sin embargo las especies del género *Croton* se traslapan un poco con las especies de PS seguramente por la AC y la APR que son amplios. Con base en los promedios de los rasgos importantes en este eje (TS, IDA, AC y APR; Cuadros 19; 20) se encontraron diferencias significativas en estos rasgos entre Planicies de Sonora (PS) y la Selva Baja Caducifolia (SBC). En promedio, las plantas de PS se caracterizan por tener mayor número de tallos, copas más voluminosas, con más ramificaciones, tienen mayor área basal del tallo y mayor biomasa acumulada, además de ser de menor altura, con menos ramificaciones y las copas comienzan a menor altura en comparación con las plantas de la SBC (Cuadro 19).

La WD no es un rasgo que separe a las dos comunidades, ya que no se encontraron diferencias significativas entre sitios (Cuadros 19; 20). El rango de variación de la WD es muy similar en ambas comunidades con valores entre 0.21 y 0.72 g/cm³ (Cuadros 7; 17).

En el análisis de componentes principales de los rasgos anatómicos de la madera, en el primer eje explica el 45% de la variabilidad, mientras que el segundo eje explica el 19% y el tercero el 14% (Figura 11). Las variables con alta importancia en el primer componente son la WD, el número de vasos por mm² (NV), el grosor de las paredes de las fibras (GPF) y el índice de rigidez de la madera (IRM) en el eje positivo. En el eje negativo tienen altas cargas el diámetro de los vasos (DV) y el índice de vulnerabilidad (IV). En el segundo componente solo el número de fibras (NF) es

importante. Por último, en el tercer eje solo la conductividad hídrica relativa (CHr) es de gran importancia.

El primer componente separa a las especies de PS y la SBC (prueba t ; $t_{14} = -2.718$, $p = 0.017$; Figura 11); donde el DV, el NV y el IV son los principales rasgos que separan a las comunidades. Sin embargo, las especies están traslapadas en el gráfico (Figura 11). Las plantas de PS son más vulnerables a la cavitación, teniendo menor número de vasos por mm^2 y vasos con diámetros más grandes en comparación con las plantas de la SBC (Cuadros 18; 19).

En resumen, los rasgos de las plantas de PS difieren de los de la SBC, donde algunos rasgos de arquitectura (TS, VC, IDA, AB), anatómicos (DV, NV, IV) y la biomasa marcan estas diferencias.

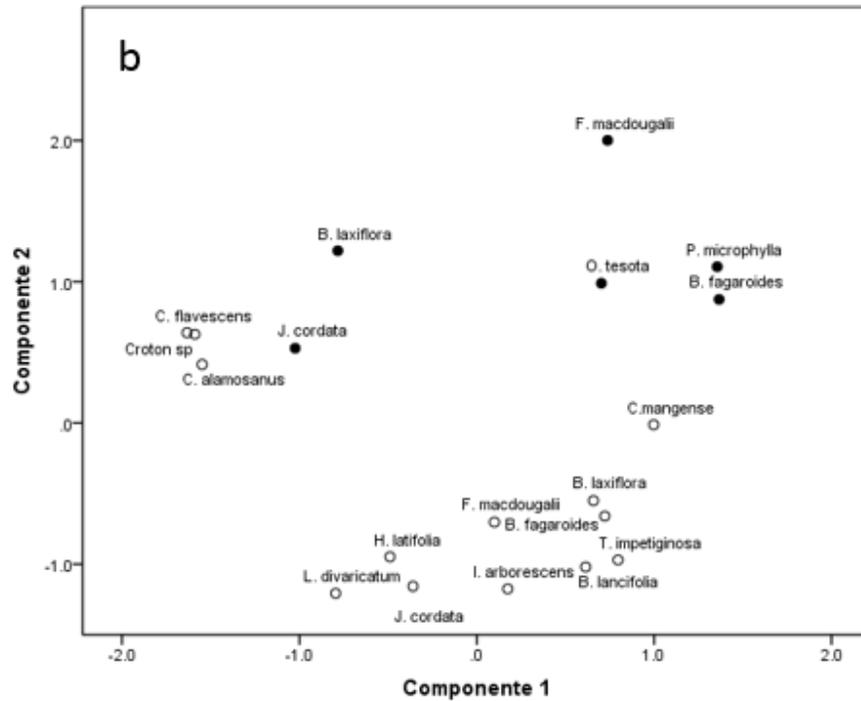
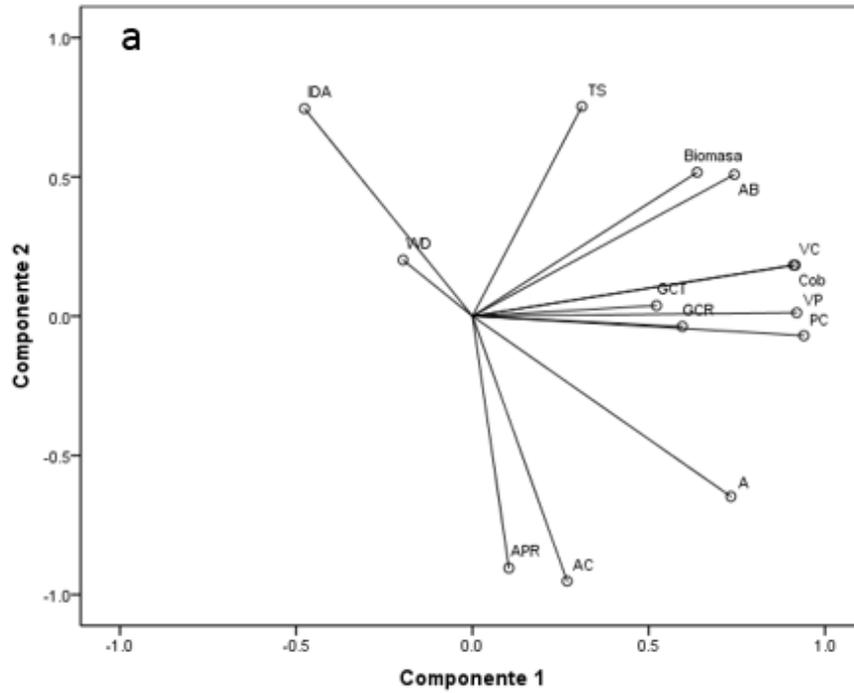


Figura 10. Análisis de componentes principales de los rasgos de arquitectura, densidad de la madera y biomasa de las especies de Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. **a** Gráfico de carga (contribución de las variables) y **b** puntuajes de regresión de las especies. Eje 1 explica el 42% de la variación, el segundo explica el 27% y el tercero el 13%. En **b** las especies de Planicies de Sonora están indicadas con círculos cerrados y las especies de la Selva Baja Caducifolia están indicados con círculos abiertos.

Cuadro 19. Valores promedio y desviaciones estándar de los rasgos arquitecturales, biomasa, WD y los rasgos anatómicos de las especies de Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m); APR (Altura de la primera ramificación; m); AB (Área basal; cm²); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; 1 x 10⁷ μm⁴/NV) letras iguales indican similitud.

Comunidades	Altura	AC	APR	VC	AB	TS	IDA	VP	Biomasa	WD	DV	NV	IV	CHr
Planicies de Sonora	3.9 ± 1.6 ^a	1.2 ± 0.8 ^a	0.3 ± 0.4 ^a	24 ± 27 ^a	711 ± 668 ^a	5.8 ± 5.5 ^a	3.9 ± 1.6 ^a	36 ± 41 ^a	81 ± 98 ^a	0.47 ± 0.2 ^a	66 ± 13 ^a	30 ± 26 ^a	3.9 ± 1.6 ^a	3.6 ± 2.7 ^a
Selva Baja Caducifolia	5.4 ± 1.8 ^b	2.7 ± 1.0 ^b	1.0 ± 0.8 ^b	19 ± 23 ^b	243 ± 279 ^b	1.3 ± 0.9 ^b	2.6 ± 1.2 ^b	36 ± 39 ^a	35 ± 40 ^b	0.48 ± 0.2 ^a	52 ± 16 ^b	127 ± 103 ^b	2.6 ± 1.2 ^b	4.7 ± 3.6 ^a

Cuadro 20. Prueba de t que compara los promedios de rasgos del conjunto de especies de Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de copa; m); APR (Altura de la primera ramificación; m); VC (volumen de la copa; m³); AB (Área basal; cm²); TS (Número de tallos secundarios); WD (Densidad de la madera; g/cm³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); VP (Volumen de la planta; m³); Biomasa (kg); NV (Número de vasos por mm²); IV (índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$).

Prueba de t			
	gl	t	p
Altura	19	-2.145	0.045
AC	19	-4.354	0.0001
APR	16.821	-3.555	0.002
VC	19	0.623	0.541
AB	17	3.511	0.003
TS	7.12	2.781	0.027
IDA	19	3.618	0.002
VP	19	-0.01	0.992
Biomasa	7.157	2.223	0.061
WD	19	-0.573	0.574
DV	11.616	1.871	0.087
NV	8.213	-2.311	0.49
IV	14	2.825	0.013
CHr	14	0.008	0.994

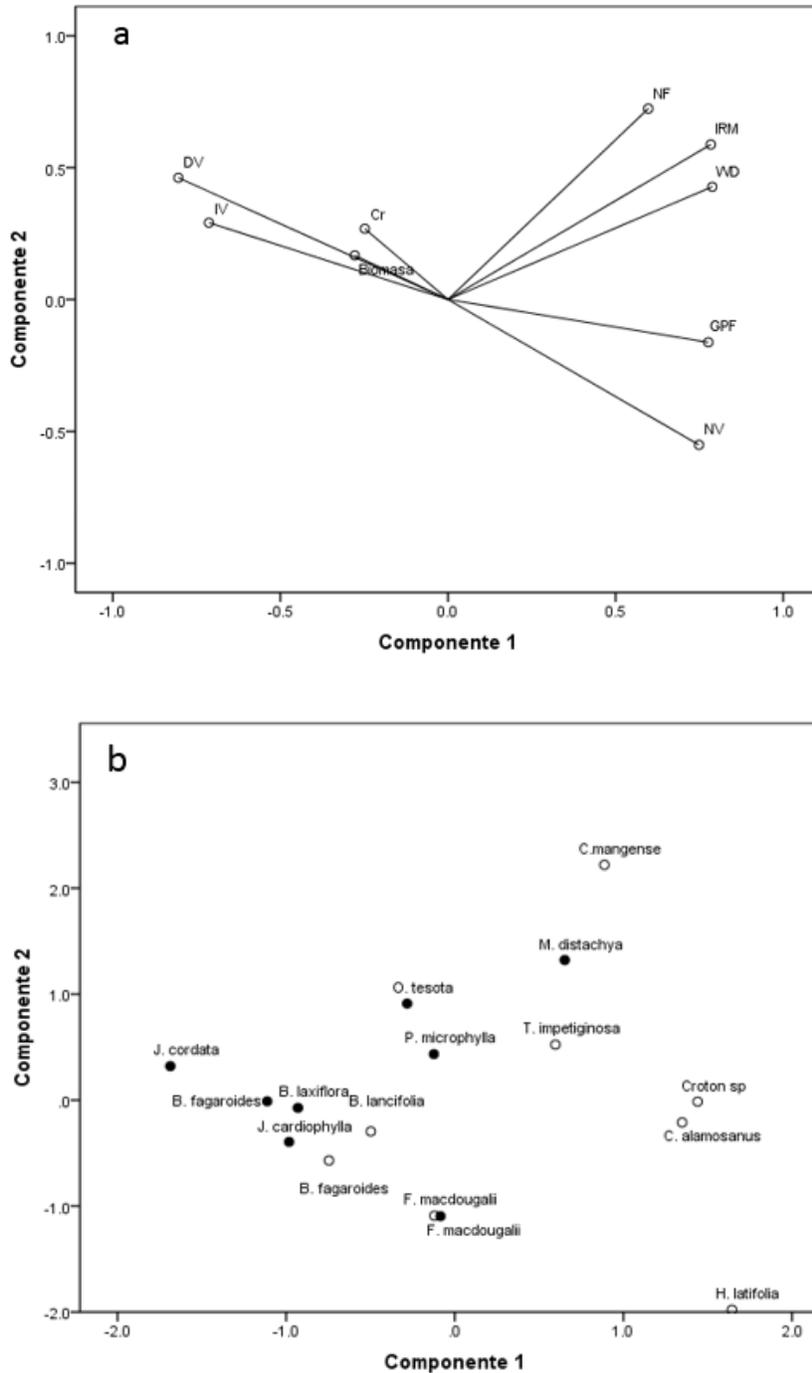


Figura 11. Análisis de componentes principales de los rasgos anatómicos, densidad de la madera y biomasa de las especies de Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. **a** Gráfico de carga (contribución de las variables) y **b** puntajes de regresión de las especies. Eje 1 explica el 45% de la variación, el segundo explica el 19% y el tercero el 14%. En **b** las especies de Planicies de Sonora están indicadas con círculos cerrados y las especies de la Selva Baja Caducifolia están indicados con círculos abiertos.

7.4 Relaciones alométricas

7.4.1 Relaciones alométricas de la densidad de la madera (WD)

El índice de la rigidez de la madera (IRM) es alto en las especies que tienen alta densidad de la madera (WD) y bajo en las especies que tienen baja densidad. Tanto en Planicies de Sonora y en la selva baja caducifolia, se encontró una correlación positiva entre la WD y el IRM en ambas comunidades (Cuadro 21). El IRM depende de la combinación del número de fibras por mm^2 (NF) y el grosor de las paredes de las fibras (GPF), ya que de estas dos propiedades se calculó. El NF se correlacionó positivamente con la WD en la SBC (Cuadro 21), mientras que el GPF no se correlacionó con la WD en ninguna de las dos comunidades.

Se observa una ligera tendencia en las especies que tienen tallos delgados de la SBC a tener alta WD a nivel interespecífico. El área basal (AB) se correlacionó negativamente con la WD en la SBC ($R^2 = 0.653$, $F_{2, 10} = 9.394$, $p = 0.005$), sin embargo, la relación no fue lineal (Figura 12). Se observa que las especies con menor AB tienen mayor WD y las especies con mayor el AB tienen menor WD.

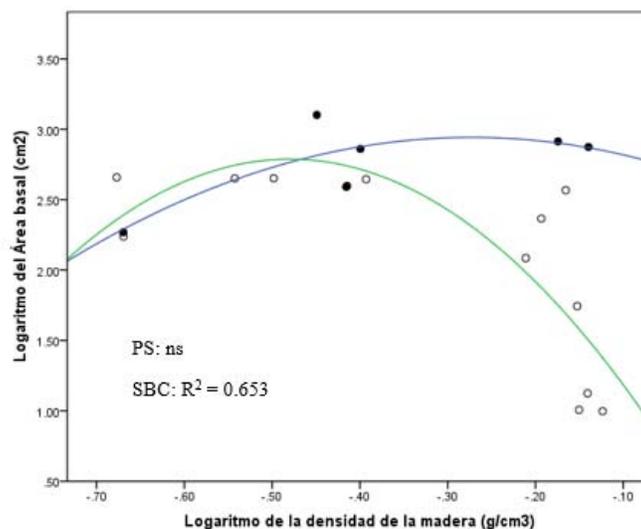


Figura 12. Regresión lineal entre el logaritmo de la densidad de la madera (g/cm^3) y el área basal (cm^2) de las dos comunidades. PS (Planicies de Sonora); SBC (Selva Baja Caducifolia); ns (no significativo). Los círculos rellenos indican a las especies presentes en Planicies de Sonora y círculos vacíos representan a las especies presentes en la Selva Baja Caducifolia en San Javier, Sonora.

7.4.2 Relaciones alométricas de la biomasa con los rasgos de arquitectura y anatómicos de la madera

Se encontró que la biomasa se correlacionó positivamente con el VC, VP, altura y AB tanto en PS y la SBC. Comparando las pendientes de las regresiones no se encontraron diferencias de éstas entre las dos comunidades, con excepción de la correlación biomasa-VC (Cuadro 20).

Las especies con mayor biomasa tienen un menor valor de índice de dominancia apical (IDA) en PS y en la SBC. La biomasa se correlacionó negativamente con el IDA en ambas comunidades, hay diferencias entre las pendientes de las correlaciones de las dos comunidades (Cuadro 21). En PS se excluyó del análisis a *J. cardiophylla* dado a que esta especie tiene un patrón muy diferente de ramificación en comparación a las otras especies y oscurece el patrón.

Las especies que comienzan sus copas a mayor altura tienen mayor biomasa en la SBC. Esta correlación positiva fue encontrada entre la altura de la copa y la biomasa en la SBC (Cuadro 21).

Según lo planteado en la hipótesis 6, se esperaba encontrar una correlación entre la conductividad hídrica relativa (CHr) y la biomasa, y que ésta su a vez estuviera correlacionada con el volumen de copa (VC). Los resultados de este estudio no apoyaron la hipótesis, en cuanto a las de relaciones del CHr. Sin embargo, el VC se correlacionó positivamente con el diámetro de los vasos (DV) y el índice de vulnerabilidad (IV), y negativamente con el número de vasos por mm^2 (NV). Estas correlaciones sólo se presentaron en la SBC.

La CHr se correlacionó positivamente en la SBC con el DV y el IV. Así mismo la CHr se correlacionó negativamente con el NV (Cuadro 21). Es así que de manera indirecta puede estar relacionado el VC con la CHr, ya que el DV se correlaciona con estas dos variables.

7.4.3 Relaciones alométricas de los rasgos de arquitectura con los rasgos anatómicos de la madera

El índice de dominancia apical (IDA) es mayor en las especies con menor altura, volumen de copa (VC) y volumen total de la planta (VP) tanto en Planicies de Sonora como en la selva baja caducifolia. El IDA se correlacionó negativamente con la altura, el VC y el VP en las dos comunidades, al comparar las pendientes de las correlaciones entre las dos comunidades no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 21). Cabe aclarar que se excluyó del análisis a *J. cardiophylla* que oscurecía el patrón en PS. Las plantas con menores dimensiones de altura o volumen se ramifican más que las plantas con mayores dimensiones en PS y en la SBC.

El AB de las plantas tanto en PS y la SBC era mayor en las especies de mayor VC y VP. El AB se correlacionó positivamente con el VC y el VP (Cuadro 20); el AB también se correlacionó con el DV y IV; sin embargo, en PS la correlación es negativa y en la SBC es positiva (Cuadro 21).

Una correlación negativa que se presenta en las dos comunidades es la que existe entre el NV y el IV, en la cual hay diferencias significativas entre las pendientes de las correlaciones (Cuadro 21). En la SBC en cuanto aumenta el NV disminuye en mayor proporción el IV (Figura 13).

En la SBC se encontró la correlación positiva entre el VC y la altura de la primera ramificación (APR; Cuadro 21). Otra correlación que solo se encontró en la SBC fue la correlación positiva AB-AC y la correlación positiva AB-APR (Cuadro 20), las especies con mayor AB se comenzaban a ramificar a mayor altura y comenzaban sus copas a mayor altura en comparación con las que tienen tallos delgados. Así mismo la APR se correlacionó positivamente con el VP y la altura (Cuadro 20). El NV se correlacionó positivamente con el IDA en la SBC (Cuadro 21).

Las especies con menor altura tienen mayor número de tallos secundarios (TS) en Planicies de Sonora, se correlacionó negativamente al TS con la altura, la AC y la APR (Cuadro 21); estas correlaciones fueron las únicas que se presentaron en PS.

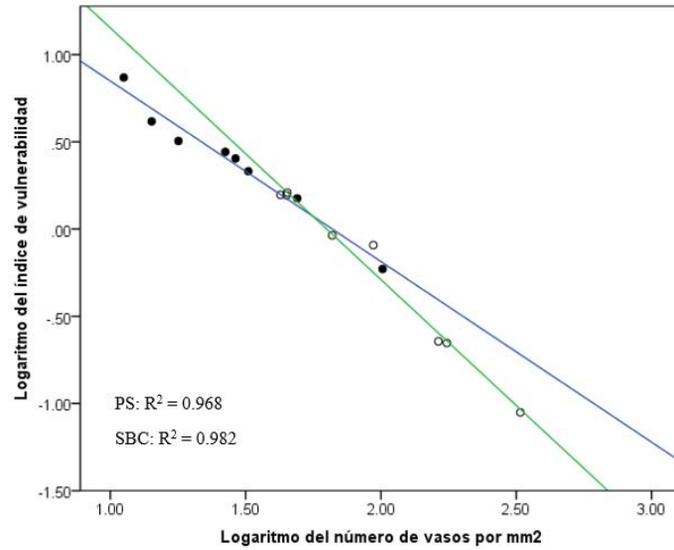


Figura 13. Regresión lineal entre el número de vasos por mm² y el índice de vulnerabilidad de las dos comunidades. PS (Planicies de Sonora); SBC (Selva Baja Caducifolia). Los círculos rellenos indican a las especies presentes en Planicies de Sonora y círculos vacíos representan a las especies presentes en la Selva Baja Caducifolia en San Javier, Sonora.

Cuadro 21. Regresiones lineales significativas y comparación de pendientes de las correlaciones dos rasgos de las especies de Planicies de Sonora (PS) y la Selva Baja Caducifolia (SBC) de San Javier, Sonora. Se realizaron las regresiones con los datos transformados en logaritmo base 10. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m); APR (Altura de la primera ramificación; m); AB (Área basal; cm²); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³); DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa: $1 \times 10^7 \mu\text{m}^4/\text{NV}$).

Rasgos	PS		SBC		Comparación de pendientes			
	r	r ²	r	r ²	gl	gl	F	p
A vs VP	0.957	0.916***	0.942	0.888***	1	17	0.067	0.798
A vs VC	0.973	0.879*	0.917	0.842***	1	17	0.409	0.531
A vs IDA	-0.989	0.979***	-0.740	0.548*	1	16	0.032	0.861
AB vs VC	0.879	0.772*	0.955	0.913***	1	15	1.959	0.182
AB vs VP	0.826	0.683*	0.966	0.933***	1	15	1.341	0.265
VC vs AC	0.757	0.573*	0.787	0.619**	1	17	3.455	0.08
VC vs IDA	0.986	0.949**	0.781	0.610**	1	16	0	0.988
VC vs VP	0.996	0.992***	0.997	0.995***	1	17	4.024	0.061
AC vs VP	0.811	0.658*	0.825	0.680**	1	17	3.534	0.077
VP vs IDA	-0.984	0.969***	-0.801	0.641**	1	16	0.018	0.985
Biomasa vs A	0.956	0.915***	0.906	0.820***	1	17	0.528	0.478
Biomasa vs AB	0.825	0.680*	0.981	0.962***	1	15	2.968	0.105
Biomasa vs VC	0.996	0.991***	0.937	0.867***	1	17	4.445	0.05
Biomasa vs VP	1.000	1.000***	0.952	0.906***	1	17	2.901	0.107
Biomasa vs IDA	-0.98	0.970***	-0.812	0.660**	1	16	3.061	0.099
AB vs DV	-0.821	0.673*	0.732	0.536*	1	10	6.036	0.034
AB vs IV	-0.828	0.685*	0.722	0.521*	1	10	7.896	0.018
NV vs IV	-0.984	0.968***	-0.991	0.982***	1	12	13.349	0.003
IRM vs WD	0.753	0.568*	0.903	0.816**	1	12	0.008	0.928

Cuadro 21 cont.

Rasgos	PS		SBC		Igualdad de pendientes			
		R ²		R ²	gl	gl	F	<i>p</i>
A vs APR	ns	0.129	0.868	0.754***	-	-	-	-
A vs AB	ns	0.446	0.941	0.887***	-	-	-	-
AB vs AC	ns	0.037	0.859	0.734***	-	-	-	-
AB vs APR	ns	0.175	0.701	0.491**	-	-	-	-
VC vs APR	ns	0.000	0.628	0.394*	-	-	-	-
VP vs APR	ns	0.012	0.668	0.447*	-	-	-	-
Biomasa vs AC	ns	0.443	0.845	0.713***	-	-	-	-
Biomasa vs WD	ns	0.294	0.607	0.368*	-	-	-	-
VC vs DV	ns	0.026	0.785	0.616*	-	-	-	-
VC vs IV	ns	0.226	0.769	0.591*	-	-	-	-
VC vs NV	ns	0.226	0.728	0.530*	-	-	-	-
IDA vs NV	ns	0.010	0.709	0.502*	-	-	-	-
DV vs NV	ns	0.091	0.941	0.886***	-	-	-	-
DV vs CHr	ns	0.353	0.722	0.522*	-	-	-	-
DV vs IV	ns	0.214	0.954	0.954***	-	-	-	-
IRM vs NF	0.841	0.707**	0.907	0.822**	1	12	0.358	0.560
WD vs NF	ns	0.273	0.851	0.724**	-	-	-	-
A vs TS	-0.790	0.624*	ns	0.043	-	-	-	-
IRM vs GPF	0.758	0.574*	ns	0.219	-	-	-	-
AC vs TS	-0.968	0.937***	ns	0.003	-	-	-	-
APR vs TS	-0.958	0.917**	ns	0.011	-	-	-	-

* > 0.05

** > 0.01

*** > 0.001

7.5 Comparación de individuos de una misma especie que crecen en Planicies de Sonora y en la Selva Baja Caducifolia

Las especies presentes en las dos comunidades son *B. fagaroides*, *B. laxiflora*, *J. cordata* y *F. macdougallii*. Al comparar los rasgos de arquitectura de los individuos de cada especie entre PS y la SBC se encontraron diferencias significativas en la mayoría éstos (Anexo: Cuadros S1; S3; S4; S6). Los individuos que crecen en PS son de menor altura, tienen menor altura de copa (AC) y menor altura de la primera ramificación (APR); sin embargo, el número de tallos secundarios (TS) y el índice de dominancia apical (IDA) son mayores en comparación con los individuos de la misma especie en la SBC (Cuadros 4; 13).

Los individuos de *F. macdougallii* y de *B. fagaroides* que crecen en PS tienen mayor área basal (AB), grosor de la corteza de tallo (GCT), volumen de la copa (VC) y mayor densidad de la madera (WD) en comparación con los individuos que crecen en la SBC (Cuadros 4; 13). En cambio, los individuos de *B. laxiflora* y *J. cordata* que crecen en la SBC tienen mayor cobertura y mayor VC que en Planicies de Sonora (Cuadros 4; 13). Cabe resaltar que la biomasa de los individuos de *J. cordata*, *F. macdougallii* y de *B. laxiflora* de PS no difiere de la biomasa de los individuos que crecen en la SBC (Anexo: Cuadros S1; S3; S4; S6).

El crecimiento horizontal de las copas de *B. fagaroides*, *B. laxiflora* y *F. macdougallii* en PS es más simétrico que en los individuos que crecen en la SBC, mientras que la expansión horizontal de la copa de los individuos de *J. cordata* en PS y en la SBC es muy similar y poco simétrico.

Al comparar los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de *F. macdougallii* y de *B. fagaroides* de PS y de la SBC no se encontraron diferencias significativas (no se compararon los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de *B. laxiflora* y *J. cordata*, ya que no se realizaron cortes histológicos de estas especies en la SBC; Anexo: Cuadros S2; S5), con excepción del índice de vulnerabilidad (IV), ya que los individuos de *F. macdougallii* de PS tienen menor IV comparados con los individuos de esta especie de la SBC.

El ACP de los rasgos anatómicos de la madera, con la WD y la biomasa muestra que los individuos de *F. macdougallii* y *B. fagaroides* que crecen en PS son muy similares a los que crecen en la SBC (Figura 11).

7.6 Comparación de individuos de una misma especie que crecen en islas de diversidad y aislados de Planicies de Sonora

Parkinsonia microphylla, *B. laxiflora*, *M. distachya* y *J. cardiophylla* son las especies que se encuentran en el desierto en islas de diversidad (ID) y creciendo de manera aislada, aunque de *B. laxiflora* sólo se encontraron en todo el muestreo cinco individuos creciendo aislados. Los individuos de *P. microphylla* que crecen aislados son de menores proporciones en altura, volumen total, volumen de copa y de tallo, y menor IDA en comparación con los individuos que crecen en las islas de diversidad (Cuadros 3; 9; Anexo: Cuadro S12). *Parkinsonia microphylla* no presenta diferencias significativas en ningún rasgo anatómico entre los individuos de las ID y los aislados (Cuadro S13).

Los individuos de *J. cardiophylla* que crecen en las ID tienen menor número de ramas y mayor cobertura que los aislados (Cuadros 4; 9; Anexo: Cuadro S8). Los individuos de *J. cardiophylla* que crecen en las ID tienen paredes menos gruesas (GPF: 1.02 μm) y mayor índice de vulnerabilidad (IV: 4.08) en comparación de los individuos que crecen aislados (GPF: 1.17 μm ; IV: 3.08; Cuadros 7; 11; Anexo: Cuadro S9).

Los individuos de *Bursera laxiflora* que crecen en ID y aislados no muestran diferencias en su arquitectura (Cuadros 4; 9; Anexo: Cuadro S7); lo mismo pasa con los individuos de *M. distachya* (Cuadros 4; 9; Anexo: Cuadro S10). Sin embargo, los individuos de *M. distachya* que crecen en las ID tienen menor número de vasos por mm^2 (32 vasos) en comparación con los individuos que crecen aislados (51 vasos; Cuadros 7; 11; Anexo: Cuadro S11), es así que los individuos que crecen aislados tienen menores valores de índice de vulnerabilidad (Cuadros 7; 11; Anexo: Cuadro S11).

La comparación de los rasgos de las especies muestra diferencias no son significativas en la WD entre los individuos que crecen aislados y que crecen en las islas de diversidad (Anexo: Cuadros S7; S8; S10; S12). En cuanto a la biomasa, de los individuos de *B. laxiflora*, *M. distachya* y *J. cardiophylla* que crecen en las ID no difieren de los individuos que crecen aislados (Cuadros 7; 11; Anexo: Cuadros: S7; S8; S10).

El crecimiento horizontal de las copas de los individuos de *B. laxiflora* y *P. microphylla* es muy simétrico, aunque es más simétrico en los individuos que crecen aislados en comparación con los que crecen en las ID. Los individuos de *J. cardiophylla* de las ID no tienen una expansión horizontal simétrica, mientras que los individuos aislados de esta especie tienen copas con una expansión horizontal muy simétrica. La expansión horizontal de la copa de los individuos de *M. distachya* de las ID y los que crecen aislados es muy similar y poco simétrica.

8. Discusión

Las comunidades Planicies de Sonora y la Selva Baja Caducifolia presentan especies de origen tropical y en su mayoría leñosas. Estas comunidades se caracterizan por estar sometidas a un fuerte filtro ambiental por limitación hídrica causada por baja precipitación y por sus variaciones estacionales. El estudio detallado de los rasgos de la arquitectura, los rasgos anatómicos de la madera y las relaciones entre estos atributos de las plantas leñosas más importantes en cada comunidad, permitió identificar aquellos rasgos que podrían presentar respuestas a dicha variabilidad ambiental, como se explica en los siguientes apartados.

8.1 Variabilidad interespecífica e intraespecífica

8.1.1 Variabilidad interespecífica e intraespecífica de la densidad de la madera

La variabilidad interespecífica de caracteres funcionales ha sido ampliamente estudiada para entender la dinámica y ensamblaje de las comunidades vegetales (Keddy, 1992; Martínez y López-Portillo, 2003; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Poorter *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Albert *et al.*, 2010; Lida *et al.*, 2012; Sholz *et al.*, 2014). A diferencias de la variación entre especies, la variabilidad intraespecífica no es muy tomada en cuenta aunque se ha demostrado que puede también tener un papel importante en el funcionamiento de la comunidad (King, 2006; Martínez y López-Portillo, 2003; Albert *et al.*, 2010).

La densidad de la madera (WD) de las plantas leñosas es un atributo funcional que ha recibido mucha atención en la última década ya que ha mostrado ser un buen indicador de la diferenciación en arquitectura de las plantas dentro y entre ambientes distintos (Lida *et al.*, 2012). La WD es considerada por muchos autores como un rasgo poco variable a nivel intraespecífico (Swenson y Enquist, 2007; Lida *et al.*, 2012); sin embargo, se ha documentado que puede llegar a variar en la misma especie (Muller-Landau, 2004; Chave *et al.*, 2009; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Wiemann y Williamson, 2012). En el presente trabajo se encontró una alta variabilidad entre las especies en la densidad de la madera en ambas comunidades de estudio. Este hallazgo es contrario a lo planteado en la hipótesis 1 de una menor variabilidad interespecífica en PS en comparación con la

selva baja caducifolia (SBC), y valores más altos, ya que se ha descrito que la WD se incrementa con la aridez como una estrategia para resistir los embolismos en el xilema (Hacke y Sperry, 2001; Hacke *et al.*, 2001; Muller-Landau, 2004; Scholz *et al.*, 2008; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009). La variabilidad interespecífica de WD en PS y en la SBC es muy similar, a pesar de que en PS hay una mayor restricción hídrica que limitaría la diversidad funcional (Keddy, 1992), por lo que se rechaza la hipótesis 1. La similitud en la variación de WD entre las comunidades PS y la SBC posiblemente se deba a que la vegetación de ambos sitios tiene componentes perenes de origen tropical, y algunas de las especies estudiadas están presentes en los dos sitios. Se esperaría que a pesar de tener un componente de especies similar en los dos sitios, la WD fuera mayor en las especies de PS por el incremento de la aridez. Sin embargo, comparando las especies que crecen en sitios diferentes (*B. laxiflora* y *J. cordata*) no se encontraron diferencias significativas en la WD, pero sí en *B. fagaroides* y *F. macdougalii* siendo los individuos de PS los que tienen mayor WD, lo cual es una evidencia de que hay plasticidad en este rasgo en algunas especies y la WD aumenta conforme se incrementa la aridez. A nivel intraespecífico también se encontró que tanto en PS como en la SBC los coeficientes de variación fueron menores al 30% en cada especie, indicando que las diferencias especies-específicas es la mayor fuente de variación en los sitios de estudio.

8.1.2 Variabilidad interespecífica e intraespecífica de los rasgos de arquitectura

Los filtros ambientales actúan sobre los rasgos funcionales y son eliminados los inadecuados para ese ambiente (Keddy, 1992), en este caso el filtro ambiental es la limitación hídrica en PS y en la SBC. Se ha documentado que los rasgos de arquitectura varían a lo largo de gradientes y la limitación hídrica influye en éstos (Carlquist, 1975; 1977; 1984; 1985; 1987; 1989; Martínez y López-Portillo, 2003; Muller-Landau, 2004; Wright *et al.*, 2005; Swenson y Enquist, 2007; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Chave *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Albert *et al.*, 2010; Wiemann y Williamson, 2012; Poorter *et al.*, 2012; Smith y Sperry, 2014). En la hipótesis 2 se plantea que la variabilidad intraespecífica en los rasgos sería baja no solo en los rasgos de arquitectura, sino también en los rasgos de anatomía de la madera, de densidad de la madera y de biomasa en la SBC donde las condiciones son menos variables. Los resultados muestran que la variación intraespecífica en los rasgos anatómicos de la madera y la WD es muy baja en cada especie con

algunas excepciones; mientras que en la mayoría de los rasgos de arquitectura y biomasa de variabilidad intraespecífica es muy alta (mayor al 30% de CV) en cada especie.

En Planicies de Sonora (PS) las plantas crecen en su mayoría en las islas de diversidad (ID). Dentro de éstas se diferencian a los árboles dominantes que son los de mayor altura y amplia cobertura, de las plantas subordinadas que viven debajo de la copa del árbol dominante. Las especies que se encuentran como dominantes en las ID tienen similitudes en las proporciones de altura, copa, área basal, volumen total y biomasa; estas especies se diferencian claramente de las que crecen debajo de las copas (subordinadas) en cuanto a las dimensiones tamaño ya mencionadas y a la biomasa. Las especies subordinadas no difieren en los rasgos de la copa (cobertura, profundidad de copa y volumen de copa).

Mientras que en la SBC las especies estudiadas tienen alturas similares, aunque claramente hay evidencia de que al menos existen dos estratos de altura, lo cual concuerda con lo descrito por Varela (2005) para esta misma SBC, donde las especies del género *Croton* son muy similares en sus rasgos de arquitectura. La variabilidad en los rasgos de la copa entre las especies estudiadas en la SBC es amplia principalmente en la cobertura y la profundidad de copa, además de que el crecimiento horizontal de la copa es poco simétrico, lo cual posiblemente se deba a que una vez que las especies se encuentran en el estrato alto expanden sus copas y logran una mayor intercepción de luz (Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos, 1992; Poorter *et al.*, 2012; Lida *et al.* 2012). Bajo estas condiciones se han documentado relaciones por competencia para alcanzar mejores condiciones de luz o estrategias adaptativas al sotobosque como copas adaptadas a la sombra (Poorter *et al.*, 2012; Lida *et al.* 2012) como el caso de las especies del género *Croton*.

Los rasgos de arquitectura varían dentro de cada especie en las dos comunidades, lo cual puede ser debido a que el crecimiento de las plantas es controlado por los meristemos, la planta puede entrar en latencia por estrés ambiental y detener el crecimiento (Fernández y Johnston, 2006), la variabilidad intraespecífica en los rasgos de arquitectura es posible que pueda deberse a la heterogeneidad del ambiente. A su vez la variación de biomasa dentro cada especie se podría explicar a que los rasgos de arquitectura (altura, volumen de la copa, volumen de total, biomasa e IDA) están correlacionados.

8.1.3 Variabilidad intraespecífica e interespecífica de rasgos anatómicos de la madera

Los rasgos anatómicos de la madera varían poco a nivel intraespecífico, mientras que la conductividad hídrica relativa (CHr) es rasgo que más varía dentro de las especies; en PS las especies del género *Jatropha* y *B. fagaroides* tienen valores mayores al 30% de coeficiente de variación (CV) y en la SBC *C. mangense* y *Croton sp.* son las especies con mayores CV. Tanto como la variación en WD y los rasgos de anatomía cumplen con lo predicho en la hipótesis 2, sin embargo, puede deberse a que en varias especies los rasgos de anatomía de la madera y la WD en muchas especies están determinados por la genética de las especies (Pickett y Kempf, 1980; Swenson y Enquist, 2007).

La variabilidad interespecífica de los diámetros de los vasos del xilema (DV) y la CHr es baja; mientras que es mayor la variabilidad del número de vasos por mm² (NV) y el índice de vulnerabilidad en PS. En la SBC la variación de los rasgos de los vasos es mayor que en PS. La hipótesis 3 planteaba que las especies en PS tuvieran vasos estrechos y mayor NV en comparación con las especies de la SBC, ya que se ha reportado que en ambientes con menor disponibilidad de agua los vasos son más estrechos y más numerosos (Carlquist, 1977). En ambas comunidades los vasos son estrechos ($\leq 100 \mu\text{m}$) según el criterio de Aguilar-Rodríguez y Baraja-Morales (2005) y Jupa *et al.* (2013); sin embargo, son más estrechos y más numerosos los vasos del xilema de las especies de la SBC en comparación con las especies de PS. La variabilidad interespecífica en la SBC es mayor que en PS debido a la composición de especies. *C. alamosanus*, *Croton sp.* y *H. latiflora* tienen vasos estrechos y gran número de éstos, lo que eleva el promedio de NV y disminuye el promedio del DV en la SBC, y al comparar a las dos comunidades se encuentran diferencias significativas. Comparando a los individuos de *B. fagaroides* y *F. macdougallii* que crecen en ambas comunidades, no difieren en los rasgos de anatomía, con excepción de *F. macdougallii* en el IV. Por lo descrito anteriormente la hipótesis 3 es rechazada, ya que la anatomía de las especies parece no ser muy diferente entre las dos comunidades excluyendo a las especies del género *Croton* y a *H. latifolia*; por lo que al parecer la diferencia de limitación hídrica no está influyendo de manera directa en la anatomía de las especies de las dos comunidades.

Las especies tienen diferentes estrategias que evitan la pérdida de agua, tanto las especies de PS y las de la SBC son caducifolias (con excepción de *O. tesota*) hábito que detiene la

evapotranspiración (Scholz *et al.*, 2014) y evitar la pérdida de agua. *O. tesota* es una especie que siempre presenta follaje, aunque en condiciones de sequía tira las hojas (Shreve y Wiggins, 1964); ésta se establece en suelos porosos que le permiten a la raíz penetrar a capas más profundas de suelo y encontrar mejores condiciones de humedad, ésta estrategia también ha sido reportada para *P. velutina* (Pockman y Sperry, 2000).

Otra estrategia que pueden presentar las especies en ambientes áridos para evitar la pérdida de agua y evitar la formación de embolismos en el xilema es el almacenar agua en los tallos (Terrazas y Lozas-Cornejo, 2003; Scholz *et al.*, 2014). Los resultados muestran que en PS hay una correlación negativa entre el DV y el área basal (AB) a nivel interespecífico. Cuando hay una relación negativa entre las proporciones del xilema con el diámetro del tallo (en este caso AB), la altura o el volumen del tallo se dice que hay una alta proporción de succulencia de las plantas (Vázquez-Sánchez y Terrazas, 2011). Las plantas con tallos fotosintéticos y que desarrollan tallos succulentos son típicos de zonas desérticas (Micco y Aronne, 2012), las especies *B. fagaroides*, *J. cordata* y *F. macdougallii* son fotosintéticas y parecen tener tallos succulentos (Carlquist, 2001), cabe resaltar que estas tres especies también se encuentran en la SBC. En el caso de *J. cardiophylla* se observa en sus ramas que tienen una médula muy amplia en sus ramas (observado en laboratorio) y posiblemente sirva como almacén de agua en época de sequía.

8.2 Relaciones alométricas y asignación de biomasa

8.2.1 Densidad de la madera y su relación con las propiedades de las fibras del xilema

La WD ha sido correlacionada con el número de fibras por mm² (NF) y el grosor de las paredes de las fibras (GPF; Carlquist, 1975; Russo *et al.*, 2010; Zieminska *et al.*, 2013). Las propiedades de las fibras son las que más contribuyen a la WD (Carlquist, 1975; Martínez-Cabrera *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010), ya que son las que confieren rigidez. En el presente trabajo el GPF no se correlacionó con la WD en ninguna comunidad, mientras que el NF solo se correlacionó con la WD en la SBC ($r^2 = 0.724$). El índice de rigidez de la madera (IRM) propuesto en este trabajo se correlacionó con la WD en PS ($r^2 = 0.568$) y en la SBC ($r^2 = 0.816$). En la hipótesis 4, se plantea que la WD estaría más relacionada con el IRM que con el GPF y el NF, por lo que se acepta la

hipótesis. Zieminska *et al.* (2013) correlacionó el GPF con la WD a través de 20 especies de angiospermas en Australia ($r^2 = 0.40$). Martínez-Cabrera *et al.* (2009) reportan una relación entre la WD y el logaritmo del diámetro del lumen de la fibra ($r = -0.77$). El IRM parece ser una buena variable anatómica que está implicada con el soporte estructural y es posible que explique de una manera más clara las posibles relaciones que existen entre características que reflejen aspectos mecánicos con otros rasgos de las especies.

8.2.2 Asignación de biomasa

Las estrategias de las plantas para sobrevivir ante fuertes restricciones ambientales parecen ser variadas en las dos comunidades estudiadas que tienen limitación hídrica por precipitación y estacionalidad. Una de esas estrategias puede ser la asignación de biomasa en la formación de tallos secundarios a costo de la inversión en altura para ambientes áridos (Martínez y López-Portillo, 2003; Micco, V. y Aronne, G., 2012). Se estableció en la hipótesis 5 que las plantas de PS tendrían una menor altura y mayor número de tallos secundarios en comparación con las plantas de la SBC. Las especies de PS invierten recursos en múltiples tallos (TS), hay una correlación negativa entre el TS y la altura total de las plantas, la forma de crecimiento arbustiva es considerada ventajosa en un ambiente árido (Micco, V. y Aronne, G., 2012). En contraste las plantas de la SBC en general invierten en un tallo principal y son de mayor altura en comparación con las plantas de PS; se ve reflejado a nivel intraespecífico en las especies presentes en los dos sitios de estudio (*B. fagaroides*, *B. laxiflora*, *F. macdougallii* y *J. cordata*), los individuos que crecen en PS tienen mayor TS en comparación con la SBC. Otro ejemplo en este estudio es *J. cardiophylla*. Los individuos que crecen aislados (zonas abiertas) en condiciones con menor disponibilidad de agua (Cuadro 1) poseen mayor número de ramas en comparación con los individuos que crecen en las islas de diversidad. Lo cual soporta lo planteado en la hipótesis 5, además en las especies que crecen en los dos sitios de estudio y de lo que ocurre con *J. cardiophylla*, se muestra que existe plasticidad en el TS, concordando con lo descrito por Martínez y López-Portillo (2003) que describe este patrón en *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* a lo largo de un gradiente de aridez en el desierto de Chihuahua.

Otra disyuntiva encontrada entre los rasgos de arquitectura de las plantas es el aumento del número de ramificaciones y la disminución en altura y volumen de las plantas. Las especies de la selva baja caducifolia son menos ramificadas en comparación con las especies de Planicies de Sonora. Igualmente, en los individuos de PS de las especies que están presentes en ambas comunidades hay un aumento en el número de ramificaciones en comparación con los individuos de la SBC. Steingraeber *et al.* (1979), Pickett y Kempf (1980), y Archibald y Bond (2003) describen que en las áreas cerradas (como en la SBC) las especies son más altas encontrando mejores condiciones de luz, mientras que en áreas abiertas (como PS) la disponibilidad de luz no es una limitante y las plantas tienen un mayor crecimiento horizontal con lo cual exponen más sus hojas y con ello invierten menos en biomasa.

La estabilidad del tallo es muy importante en términos mecánicos, ya que de ello depende soportar el propio peso de la planta. Esta función, conlleva inversión de biomasa (Niklas, 1992; Lida *et al.* 2012). El área basal del tallo (AB) se correlaciona con la altura solo en la SBC. Esta relación también fue reportada por Bullock (2000) en la SBC de Chamela, México. Lida *et al.* (2012) y Poorter *et al.* (2012) reportan esta relación alométrica a nivel interespecífico, indicando que las especies con mayor altura producen tallos gruesos que proporcionan mayor estabilidad mecánica. Esta relación entre altura y grosor de tallo podría llevar a una disyuntiva en ambientes con limitación de luz (Swenson y Enquist, 2007). Las plantas en estos ambientes pueden producir tallos más delgados pero con mayor rigidez, y por lo tanto mayor densidad (Niklas, 1992), lo que conlleva una gran inversión de biomasa. Otra estrategia para aumentar en altura podría ser invertir en tallos gruesos que brinden soporte estructural pero que sean de baja inversión en términos de densidad y por lo tanto de biomasa (Lida *et al.*, 2012).

En la SBC la densidad de la madera (WD) se correlacionó negativamente con el AB y la biomasa a nivel interespecífico. La interpretación biológica de este resultado sería que las especies con mayor WD tienden a tener tallos delgados, mientras que las especies con tallos gruesos tienden a menor WD; relación también reportada por Lida *et al.* (2012) en un bosque tropical lluvioso. Esta relación involucra una disyuntiva entre invertir en tallos más costosos o baratos en términos de biomasa, ya que maderas más densas requieren mayor inversión de biomasa para la planta (Poorter *et al.*, 2012). Las especies con mayor AB tienen mayor altura, lo cual habla sobre su papel en la

comunidad, de alcanzar mejores condiciones de luz invirtiendo en tallos más baratos en términos de biomasa (Lida *et al.*, 2012; Poorter *et al.*, 2012).

El área basal del tallo (AB) se correlacionó positivamente con el volumen de la planta (VP), volumen de copa (VC) y la biomasa en PS y en la SBC. Esto, no es un resultado sorprendente, ya que al incrementarse la biomasa se incrementa el VP y VC, lo cual involucra una carga que es soportada por el tallo (Niklas, 1992). La correlación AB-VC en términos de soporte hidráulico es de esperarse, ya que copas más voluminosas se espera que presenten una mayor sección transversal del xilema. El DV se correlacionó positivamente con el AB y el VC, tener vasos amplios implica mayor transporte de agua. Esto es resultado de una mayor necesidad en el tejido de transporte de agua para poder sostener la mayor demanda fotosintética de una copa con más hojas. De acuerdo, al modelo de pipas, cada hoja en teoría debería de tener su propio vaso (Shinozaki *et al.*, 1964; Poorter *et al.* 2012). Por ello, una mayor cantidad de hojas resultaría en un mayor número de vasos y mayor área del xilema. La hipótesis 6 se acepta en la parte donde se predice que el DV se relacionaría con el AB, además se relacionó con el VC; mientras que no se relacionó el DV con la altura total.

Se ha documentado que la conducción hídrica se relaciona con la tasa de crecimiento, la producción de biomasa y la fotosíntesis (Carlquist, 1975; Poorter *et al.*, 2009; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014). En el presente trabajo la CHr no se correlacionó con ningún rasgo de arquitectura ni con la biomasa, lo cual puede ser explicado a que los rasgos de la copa y la biomasa son rasgos que describen un proceso, mientras que la CHr es un proceso dinámico. Mientras que el DV se correlacionó con el volumen de copa en la SBC y con en el área basal en PS y la SBC. Por ello no se soporta lo planteado en la hipótesis 6, en la parte donde se esperaba que la CHr se correlacionara con la biomasa y los rasgos de la copa.

8.3 Individuos de una misma especie creciendo en islas de diversidad y aislados en Planicies de Sonora

Las plantas que crecen en las islas de diversidad (ID) tienen mejores condiciones de humedad, nutrientes y materia orgánica del suelo, en comparación con las plantas que crecen aisladas. El mayor contenido de humedad en la ID puede ser explicado por el mecanismo llamado “ascensor hidráulico”. Este mecanismo implica que plantas con raíces profundas suben el agua de las capas inferiores del suelo y la exudan en capas superiores, las plantas vecinas pueden utilizar el agua una vez que es exudada en las capas superiores del suelo (Horton y Hart, 1998). Las diferentes condiciones de humedad puede tener cambios en la arquitectura o en la anatomía de las especies que crecen en las ID y de manera aislada. Ya se mencionó el caso de *J. cardiophylla*, que en los individuos aislados presentó un mayor número de ramas y aumenta el GPF lo que puede ser atribuido a la menor disponibilidad de agua (Martínez y López-Portillo, 2003; Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales, 2005). En *P. microphylla* en los individuos que crecen aislados, son de menores proporciones en comparación con los individuos de las ID; la disminución en crecimiento y desarrollo se ha relacionado con el estrés hídrico (Manikavelu *et al.*, 2006; Farooq *et al.*, 2009), lo cual concuerda con la hipótesis 7, donde se plantea que los individuos que crecen aislados tendrían menores proporciones de volumen. En cambio, en *M. distachya* y *B. laxiflora* no hubo diferencias en la arquitectura entre los individuos que crecen en las ID y los aislados. Sin embargo, en *M. distachya* se ve un claro aumento en número de vasos y por ende en el índice de vulnerabilidad en los individuos que crecen aislados, mostrando plasticidad en los rasgos de anatomía del xilema, al aumentar los vasos disminuye la posibilidad de que la planta pierda su conducción por la cavitación de los vasos (Carlquist, 1977; Zimmermann, 1983; Russo *et al.*, 2010; Smith y Sperry, 2014), lo cual posiblemente esté relacionado con el incremento de la aridez.

Las plantas de las ID tienen copas que minimizan la radiación solar y ocupan un espacio dentro de las ID, lo cual puede llegar a afectar el crecimiento y desarrollo de los individuos que la conforman (Búrquez y Quintana, 1994). En la hipótesis 7 se esperaba que las copas de los individuos que crecen aislados fueran más simétricas, ya que en las ID se ve afectado el desarrollo y crecimiento de las plantas (Búrquez y Quintana, 1994). Las copas de las especies de los individuos en las ID y aislados presentan diferencias en la simetría en la expansión horizontal de la copa, siendo más simétricas las copas de los individuos que crecen aislados, con excepción de *M. distachya* que

presenta copas sin simetría horizontal en los individuos de las ID y los aislados. *M. distachya* no presentó diferencias en su arquitectura y en la expansión horizontal de la copa entre los individuos que crecen en las ID y aislados, siendo que se ve un efecto de la ID en las copas en las otras tres especies. Esto muestra que *M. distachya* tiene plasticidad en la anatomía del xilema y no en la arquitectura. Se acepta la hipótesis 7, aunque se resalta que una especie no cumplió con el supuesto.

Los resultados del presente trabajo, sugieren que existe plasticidad fenotípica en las especies leñosas que crecen en ambientes con limitación hídrica por precipitación y estacionalidad.

9. Conclusiones

1. Hay evidencia de que posiblemente exista plasticidad en la anatomía del xilema, ya que en *F. macdogalii* que estaba presente en dos sitios, y las dos especies arbustivas *J. cardiophylla* y *M. distachya* que crecían aisladas y en las islas de diversidad presentaron cambios en su anatomía, dichos cambios podrían ser por el aumento de la aridez.
2. La densidad de la madera es un rasgo que no mostro plasticidad a nivel interespecífico, sin embargo mostro plasticidad en *B. fagaroides* y *F. macdougalii*, los individuos que crecen en Planicies de Sonora presentaron una mayor densidad. Lo que muestra que el rasgo es plástico en algunas especies.
3. El índice de la rigidez de la madera (IRM) resultó estar muy asociado con la densidad de la madera y parece ser una variable que representa adecuadamente las propiedades de las fibras, por lo que puede ser usado en otros trabajos con la finalidad de representar, de una manera más precisa, las propiedades de las fibras y encontrar patrones más claros.
4. Las especies además de ser caducifolias y tirar las hojas para evitar la pérdida de agua, hay evidencia de que en *B. fagaroides*, *J. cordata* y *F. macdougalii* presentan succulencia en el tallo, en el cual podrían almacenar agua.
5. Las especies de Planicies de Sonora invierten su biomasa en tallos secundarios y en incrementar sus ramificaciones sacrificando su tamaño en altura y volumen.
6. Las especies con baja densidad de la madera de la selva baja caducifolia invierten su biomasa en tallos gruesos que les brindan soporte mecánico e invierten en altura, mientras que las especies con maderas densas invierten en tallos delgados y resistentes.

10. Bibliografía

- Albert, H.C., Thuiller, W., Yoccoz, G.N., Douzet, R., Aubert, S. y Lavorel, S. (2010) A multi-trait approach reveals the structure and the relative importance of intra- vs. interspecific variability in plant traits. *Functional Ecology*. 24: 1192 – 1201 pp.
- Aguilar-Rodríguez, S. y Barajas-Morales, J. (2005) Anatomía de la madera de especies arbóreas de un Bosque Mesófilo de Montaña: un enfoque ecológico-evolutivo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 77: 51 - 58 pp.
- Aguilar-Rodríguez, S., Terrazas, T. y López-Mata, L. (2006) Anatomical wood variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) along natural range in Mexico. *Trees*. 20: 253 – 261 pp.
- Alvares-Buylla, R.E. y Martínez-Ramos M. (1992) Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree - an evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. *Journal Ecology*. 80: 275 - 290 pp.
- Archibald, S. y Bond, W.J. (2003) Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of *Acacia karro* in forest, savanna, and arid environments. *OIKOS*. 102: 3 - 14 pp.
- ASTM. (2010) *ASTM D 2395–07a. Standard test method for specific gravity of wood and wood-based materials. Annual book of ASTM standards*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials. Volumen 04.10—Wood.
- Barajas-Morales, J. (1985) Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. *IAWA Bulletin*. 6: 355 - 364.
- Bullock, H.S. (2000) Developmental Patters of Tree Dimensions in a Neotropical Deciduous Forest. *Biotropica*. 32(1): 42 - 52 pp.
- Búrquez, A. y Quintana, M.A. (1994). Ironwood: An ecological and cultural keystone of the Sonoran Desert. *Conservation International, Conservation Biology*. 1: 10 – 27 pp.
- Búrquez, A. y Martínez-Yrizar, A. (2011) Accuracy and bias on the estimation of aboveground biomass in the woody vegetation of the Sonoran Desert. *Botany*. 89: 625 - 633.
- Carlquist, S. (1975) *Ecological strategies of xylem evolution*. University of California Press. Berkeley: 25 pp.
- Carlquist, S. (1977) Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal Botany*. 64(7): 887 – 896 pp.
- Carlquist, S. (1984) Vessel grouping in dicotyledon wood: significance and relationship to imperforate tracheary elements. *Aliso*. 10: 505 – 525 pp.
- Carlquist, S. (1985) Vasicentric tracheids as a drought survival mechanism in the woody flora of southern California and similar regions; review of vasicentric tracheids. *Aliso*. 11: 37 – 68 pp.
- Carlquist, S. (1987) Diagonal and tangential vessel aggregations in wood: function and relationship to vasicentric tracheids. *Aliso*. 11: 451 – 462 pp.
- Carlquist, S. (1989) Wood anatomy of *Cercidium* (Fabaceae), with emphasis on vessel wall sculpture. *Aliso*. 12(2): 235 – 255 pp.

Carlquist, S. (2001) Wood anatomy of Fouquieriaceae in relation to habit. Ecology, and systematics; nature of meristems in wood and bark. *Aliso*. 19(2): 137 – 163 pp.

Castro M., Fassio C., Darrouy N. y Reyes, S. (2007) *Caracterización histológica de vasos xilemáticos a nivel de tallo y vulnerabilidad a la cavitación en portainjertos de palto (Persea americana Mill) y la variedad Hass en plantas de vivero*. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña del mar, Chile: 12 - 16 pp.

Chave, J. (2005) *Measuring wood density for tropical forest trees A field manual for the CTFS sites*. Université Paul Sabatier: 7 pp.

Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S.L., Swenson, N.G. y Zanne, A.E. (2009) Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecological Letters*. 12: 351 – 366 pp.

Crutsinger, G.M., Collins, M.D., Fordyce, J.A., Gompert, Z., Nice, C.C. y Sanders, N.J. (2006) Plant genotypic diversity predicts community structure and governs an ecosystem process. *Science* 313: 966 – 968 pp.

Díaz, S., Hodgson, J.G., Thompson, K., Cabido, M., Cornelissen, J.H.C., Jalili, A., Montserrat-Marti, G., Grime, J.P., Zarrinkamar, F., Asri, Y., Band, S.R., Basconcelo, S., Castro-Diez, P., Funes, G., Hamzehee, B., Khoshnevi, M., Perez-Harguindeguy, N., Perez-Rontome, M.C., Shirvany, F.A., Vendramini, F., Yazdani, S., Abbas-Azimi, R., Bogaard, A., Boustani, S., Charles, M., Dehghan, M., De Torres-Espuny, L., Falczuk, V., Guerrero-Campo, J., Hynd, A., Jones, G., Kowsary, E., Kazemi-Saeed, F., Maestro-Martinez, M., Romo-Diez, A., Shaw, S., Siavash, B., Villar-Salvador, P. y Zak, M.R. (2004) The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science* 15: 295 – 304 pp.

Enquist, B. J., West, G. B., Charnov, E. L., y Brown, J. H. (1999) Allometric scaling of production and life history variation in vascular plants. *Nature*. 401: 907 – 911 pp.

Escalante, S. J. J. (2007) Plantas nativas de Sonora: las plantas del Desierto Sonorense. *Revista Universidad de Sonora*. 19: 20 – 22 pp.

Falster, D. S. (2006) Sapling strength and safety: the importance of wood density in tropical forests. *New Phytologist*, 171: 237 – 239 pp.

Fanh, A., Werker E. y Baas, P. (1986) *Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions*. Isr.Acad. Sci. Hum., Jerusalem. Isarel.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N.D. y Fujita S.M.A. (2009) Basra. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag (Germany)*. 29 (1): 185 - 212 pp.

Felger, S.R., Johnson, B.M. y Wilson, F.M. (2001) *Trees of Sonora*. Oxford University Press: 391pp.

Fernández, G. y Johnston, M. (2006) Crecimiento y temperatura. En: Squeo, F.A. y Cardemil, L. Eds. *Fisiología vegetal*. Cap. XX, Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Gómez-Sapiens, M. (2005) *Variabilidad de las características morfológicas y funcionales de las hojas de especies leñosas distribuidas a lo largo de un gradiente de precipitación en Sonora, central, México*. Tesis de Maestría. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora: 82 pp.

Hacke, U.G., Sperry, S.J., Pockman, T.W., Davis, D.S. y McCulloh, A.K. (2001) Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. *Oecologia*. 126: 457 - 461.

Hacke, U. G., y J. S. Sperry. (2001) Functional and ecological xylem anatomy. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 4: 97 - 115 pp.

Horton, L.J. y Hart, C.S. (1998) Hydraulic lift: a potentially important ecosystem process. *Tree*. 13(6): 232 - 235 pp.

- Johansen, D.A. (1940) *Plant microtechnique*. Mc Graw Hill, New York.
- Jupa, R., Baláž, M., Svoboda, P. y Gloser, V. (2013) Inherent variability in structural and functional traits of xylem among three hop varieties. *Plant, Soil and Environment*. 59(6): 273 - 279 pp.
- Keddy P.A. (1992) Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3: 157 - 164 pp.
- King DA, Davies SJ, Tan S, Noor NSM (2006) The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. *Journal Ecology*. 94: 670 – 680 pp.
- Lang, R. (1915) *Versuch einer exakten Klassifikation der Boden in klimatischer und geologischer Attempt to an exact classification in climatic and geological regard*. International Mitteil Bodenk, 5: 312 – 346 pp.
- Lecerf, A. y Chauvet, E. (2008) Intraspecific variability in leaf traits strongly affects alder leaf decomposition in a stream. *Basic and Applied Ecology*. 9: 598 – 605 pp.
- Lida, Y., Poorter, L., Sterck, F. J., Kassim, A. R., Kubo, T., Potts, M. D. y Kohyama, T. S. (2012) Wood density explains architectural differentiation across 145 co-occurring tropical tree species. *Functional Ecology*. 26: 274 - 282 pp.
- Loehle C (1988) Tree life history strategies: the role of defences. *Canadian Journal of Forest Research*. 18: 209 – 222 pp.
- Manikavelu A., Nadarajan N., Ganesh S.K., Gnanamalar R.P. y Babu R.C. (2006) Drought tolerance in rice: morphological and molecular genetic consideration. *Journal of Plant Growth Regulation*. 50: 121 – 138 pp.
- Marasco, A., Iourio, A., Carteni, F., Bonanomi, G., Giannino, F. y Mazzoleni S. (2013) Water limitation and negative plant-soil feedback explain vegetation patterns along rainfall gradient. *Procedia Environmental Sciences*. 19: 139 – 147 pp.
- Martínez A.J., López-Portillo J. (2003) Allometry of *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* along a topographic gradient in the Chihuahuan desert. *Journal of Vegetation Science*. 14:111 – 120 pp.
- Martínez-Cabrera, H. I., Jones, S. C., Espino, S., y J. Schenk, H. (2009) Wood anatomy and wood density in shrubs: responses to varying aridity along transcontinental transects. *American Journal of Botany*, 96(8): 1388 – 1398 pp.
- Martínez-Yrizar, A., Sarukhán, J., Pérez-Jiménez, A., Rincón, E., Mass J. M., Solís-Magallanes, A. y Cervantes, L. (1992) Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, México. *Journal of Tropical Ecology*. 8: 87 - 96 pp.
- Martínez-Yrizar, A., Búrquez A., Núñez S. y Miranda H. (1999) Temporal and Spatial Variation of Litter Production in Sonoran Desert Communities. *Plant Ecology*, 145: 37 - 48 pp.
- Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A. y Maass, M. (2000) Structure and functioning of tropical deciduous forest in Western Mexico. En: Robichaux R.H. y Yetman D.A. Eds. *The Tropical Deciduous Forest of Alamos: Biodiversity of a Threatened Ecosystem in Mexico*. The University of Arizona Press, Tucson: 19 – 35 pp.
- Martínez-Yrizar A, Felger, R.S. y Búrquez A. (2009) Los ecosistemas terrestres de Sonora: un diverso capital natural: 23 pp. En: Molina-Freaner y T. Van-Denvender, eds. *Diversidad Biológica del estado de Sonora*. UNAM, México.
- Micco, V. y Aronne, G. (2012) Morpho-Anatomical Traits for Plant Adaptation to Drought. Cap. 2: 37 – 61 pp. En: R. Aroca ed., *Plant Responses to Drought Stress*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Muller-Landau, H. C. (2004) Interspecific and Inter-site Variation in Wood Specific Gravity of Tropical Trees. *Biotropica*. 36(1): 20 - 32.

- Noy-Meir, I. (1973) Desert Ecosystems: Environment and Producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 25 - 51 pp.
- Niklas, K.J. (1992) *Plant Biomechanics: An Engineering Approach to Plant Form and Function*. University of Chicago Press, Chicago.
- Olson, E. M., Rosell, A.J., León, C., Zamora, S., Weeks, A., Alvarado-Cárdenas, O.L., Cacho, I.N. y Grant J. (2013) Convergent vessel diameter-stem diameter scaling across five clades of new and old world eudicots from desert to rain forest. *Int. J. Plant Sci.* 174(7): 1062 – 1078 pp.
- Olson, E.M., Anfodillo, T., Rosell, A.J., Petit, G., Crivellaro, A., Isnard, S., Leon-Gómez, C., Alvarado-Cárdenas, L.O., y Castorena, M. (2014) Universal hydraulics of the flowering plants: vessel diameter scales with stem length across angiosperm lineages, habits and climates. *Ecology Letters*. 17: 988 – 997 pp.
- Pérez-Harguindeguy, N. S. Díaz, E. Garnier B, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M. S. Bret-Harte E, W. K. Cornwell, J. M. Craine, D. E. Gurvich, C. Urcelay, E. J. Veneklaas, P. B. Reich, L. Poorter, I. J. Wright, P. Ray, L. Enrico, J. G. Pausas, A. C. de Vos, N. Buchmann, G. Funes, F. Quétier, C, J. G. Hodgson, K. Thompson, H. D. Morgan, H. ter Steege, M. G. A. van der Heijden, L. Sack, B. Blonder, P. Poschlod, M. V. Vaieretti, G. Conti, A. C. Staver, S. Aquino y J. H. C. Cornelissen. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. <http://dx.doi.org/10.1071/BT12225>.
- Pickett, A.S.T. y Kempf, S.J. (1980) Branching Patterns in Forest Shrubs and Understory Trees in Relation to Habitat. *New Phytologist*. 86: 219 - 228 pp.
- Pockman, T.W. y Sperry, S.J. (2000) Vulnerability to xylem cavitation and the distribution of Sonoran Desert vegetation. *American Journal of Botany*. 87(9): 1287 – 1299 pp.
- Poorter, L. (2008) The relationships of wood, gas, and water fractions of tree stems to performance and life history variation in tropical trees. *Annals of Botany*. 102: 367 – 375 pp.
- Poorter, L., McDonald, I., Alarcón, A., Fichtler, E., Licona, J. C., Peña-Claros, M., Sterck, F., Villegas, Z. y Sass-Klaassen, U. (2009) The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. *New Phytologist*, 85: 481 - 492 pp.
- Poorter L., Lianes E., Moreno-de las Heras M. y Zavala A.M. (2012) Architecture of Iberian canopy tree species in relation to wood density, shade tolerance and climate. *Plant Ecology*. 213: 707 – 722 pp.
- Reyes-Santamaría I., Terrazas T., Barrientos-Priego A.F. y Trejo C. (2002) Xylem conductivity and vulnerability in cultivars and races of avocado. *Scientia Horticulturae*. 92: 97 - 105 pp.
- Rietkerk M., Dekker S.C., de Ruiter P.C., van de Koppel J. (2004) Self-organized patchiness and catastrophic shifts in ecosystems. *Science*. 305: 1926 - 1929 pp.
- Robertson, P.G., Coleman, C.D., Bledsoe, S.C. y Sollins, P. (1999) Standard Soil Methods for Long-Term Ecological Research. *Oxford University Press*. New York: 462 pp.
- Romahn de la V, C.F. y Ramírez M. H. (2010) *Dendrometría*. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales: 312 pp.
- Russo, S.E., Jenkins, K.L., Wisser, S.K., Uriarte, M., Duncan, R.P. y Coomes, D.A. 2010. Interspecific relationships among growth, mortality and xylem traits of woody species from New Zealand. *Functional ecology*, 24: 253 - 262 pp.
- Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K. y Kira, T. (1964) A quantitative analysis of plant form: the pipe model theory. I. Basic analysis. *Japanese Journal of Ecology*. 14: 97 - 105 pp.
- Sholtz, G.F., Bucci, J.S., Goldstein, G., Meinzer, C.F., Franco, C.A. y Salazar, A. (2008) Plant- and stand-level variation in biophysical and physiological traits along tree density gradients in the Cerrado. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 20(3): 217 - 232 pp.

- Sholtz, A., Stein, A., Choat, A. y Jasen, S. (2014) How drought and deciduousness shape xylem plasticity in three Costa Rican woody plant species. *IAWA Journal*. 35(4): 337 – 355 pp.
- Shreve F. y Wiggins L.I. (1964) *Vegetation of the Sonoran Desert*. Vol. I, II. Stanford University Press. Stanford, California: 840 pp.
- Smith, D. D. y Sperry, S. J. (2014) Coordination between water transport capacity, biomass growth, metabolic scaling and species stature in co-occurring shrub and tree species. *Plant, Cell and Environment*: 1-12 pp.
- Sperry, J.S., Smith, D.D., Savage, V.M., Enquist, B.J., McCulloh, K.A., Reich, P.B., Bentley, L.P. y von Allmen E.I. (2012) A species' specific model of the hydraulic and metabolic allometry of trees. I. model description, predictions across functional types, and implications for inter-specific scaling. *Functional Ecology*. 26: 1054 – 1065 pp.
- Steingraeber, D.A., Kascht, L.J. y Franck, D.H. (1979) Variation of shoot morphology and bifurcation ratio in sugar maple (*Acer saccharum*) saplings. *American Journal of Botany*. 66: 441 - 445 pp.
- Stratton, L., Goldstein, G. y Meinzer, F.C. (2000) Stem water storage capacity and efficiency of water transport: their functional significance in a Hawaiian dry forest. *Plant, Cell & Environment*. 23: 99 – 106 pp.
- Swenson. N. G. y Enquist, B. J. (2007) Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its communitywide variation across latitude and elevation. *American Journal of Botany*. 94(3): 451 – 459 pp.
- Terrazas, T. (1994) *Wood anatomy of Anacardiaceae: ecological and phylogenetic interpretation*. Ph. D. dissertation, University of North Carolina, Chapel Hill.
- Terrazas, T. y Loza-Cornejo, S. (2003) Anatomía de la madera y alometría de veinte especies de *Stenocereus* (Cactaceae). *Serie Botánica*. 74(2): 195 - 208 pp.
- Terrazas, T, Aguilar-Rodríguez, S. y López-Mata, L. (2008) Wood anatomy and its relation to plant size and latitude in *Buddleja* L. (Buddlejaceae). *Interciencia*. 33(1): 46 – 50 pp.
- Van Devender, R. T., Felger, S. R. y Búrquez, M. A. (1997) Exotic Plants in the Sonoran Desert Region, Arizona and Sonora. *Symposium Proceeding*: 6 pp.
- Varela, L.E. (2005) *Flora y vegetación de la región de San Javier, Sonora, México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vázquez-Sánchez, M. y Terrazas, T. (2011) Stem and wood allometric relationships in Cactaceae (Cactaceae). *Trees*. 25: 755 - 767 pp.
- Violle C., Marie-Laure N., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I. y Garnier E. (2007) Let the concept of trait be functional! *Oikos*. 116: 882 – 892 pp.
- Weiner J. (2004). Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 6: 207 – 215 pp.
- Wiemann M.C. y Williamson, G.B. (2012) *Density and Specific Gravity Metrics in Biomass Research*. USDA. General Technical Report FPL–GTR–208. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory: 6 pp.
- Williamson, G.B. y M.C. Wiemann. (2010). Measuring wood specific gravity... correctly. *American Journal of Botany*. 97: 519 - 524 pp.
- Wright, I.J., Reich, P.B., Cornelissen, J.H.C., Falster, D.S., Groom, P.K., Hikosaka, K., Lee, W., Lusk, C.H., Niinemets, U., Oleksyn, J., Osada, N., Poorter, H., Warton, D.I. & Westoby, M. (2005) Modulation of leaf economic traits and trait relationships by climate. *Global Ecology and Biogeography* 14: 411 – 421 pp.

Zhang, S. Y. (1992) *Wood anatomy of the Rosacea*. Rijksherbarium Hortus Botanicus, Leiden.

Zieminska, K., Butler, W.D., Gleason, M.S., Wright, J.I. y Westoby, M. (2013) Fibre wall and lumen fractions drive wood density variation across 24 Australian angiosperms. *AoB PLANTS*. 5: plt046; doi:10.1093/aobpla/plt046.

Zimmermann, M.H. (1983) *Xylem structure and the ascent of sap*. Springer. Berlin.

11. Anexo

Cuadro S1. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de *Bursera fagaroides* que crecen en islas de diversidad en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	-3.260	47	0.002
AC	-6.158	47	0.0001
APR	-2.042	47	0.047
PC	1.543	47	0.130
Cob	1.447	47	0.146
AB	2.178	38.864	0.036
GCT	3.193	21	0.004
GCR	1.317	34	0.197
TS	3.449	26.254	0.002
VC	1.804	47	0.084
VP	0.557	47	0.580
IDA	4.817	37.882	0.0001
Biomasa	4.553	30.726	0.0001
WD	2.861	15	0.012

Cuadro S2. Prueba de U de Mann-Whitney de los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de que crecen en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de *Bursera fagaroides*. DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Rasgos anatómicos	U de Mann-Whitney	Z	p
DV	1.000	-0.775	0.439
NV	0.500	-1.225	0.221
GPF	0.000	-1.549	0.121
NF	0.000	-1.549	0.121
IRM	0.000	-1.549	0.121
IV	2.000	0.000	1.000
CHr	0.000	-1.549	0.121

Cuadro S3. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de *Bursera laxiflora* que crecen en islas de diversidad en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	Sig.
Altura	-13.751	48	0.0001
AC	-14.832	41.595	0.0001
APR	-3.311	26.603	0.003
PC	-4.104	48	0.0001
Cob	-4.360	48	0.0001
AB	-0.371	40	0.712
GCT	-2.970	31.521	0.006
GCR	-4.697	20.738	0.0001
TS	5.137	39.772	0.0001
VC	-4.777	48	0.0001
VP	-6.131	36.077	0.0001
IDA	7.510	48	0.0001
Biomasa	0.045	32.316	0.965
WD	-1.348	46	0.184

Cuadro S4. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de *Fouquieria macdougalii* que crecen en islas de diversidad en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	-7.704	48	0.0001
AC	-16.553	48	0.0001
APR	-6.259	25.683	0.0001
PC	2.438	48	0.019
Cob	2.024	48	0.049
AB	4.852	48	0.0001
GCT	2.855	41	0.007
GCR	2.183	39	0.035
TS	8.134	24.557	0.0001
VC	2.643	48	0.011
VP	-0.325	48	0.747
IDA	2.016	48	0.049
Biomasa	1.176	48	0.245
WD	4.616	35	0.0001

Cuadro S5. Prueba de U de Mann-Whitney de los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de que crecen en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de *Fouquieria macdougalii*. DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Rasgos anatómicos	U de Mann-Whitney	Z	p
DV	1.000	-1.768	0.077
NV	1.000	-1.768	0.077
GPF	3.000	-1.061	0.289
NF	5.000	-0.354	0.724
IRM	3.000	-1.061	0.289
IV	0.000	-2.121	0.034
CHr	5.000	-0.354	0.724

Cuadro S6. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de *Jatropha cordata* que crecen en islas de diversidad en Planicies de Sonora contra los que crecen en la Selva Baja Caducifolia de San Javier, Sonora. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; m²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	-8.07	46	0.0001
AC	-10.882	46	0.0001
APR	-3.679	36.378	0.001
PC	-1.161	46	0.252
Cob	-2.956	36.164	0.005
AB	0.240	44	0.811
GCT	-1.798	34	0.081
GCR	-0.144	35	0.886
TS	3.949	46	0.0001
VC	-2.776	46	0.028
VP	-3.986	30.627	0.0001
IDA	5.817	46	0.0001
Biomasa	-1.542	45	0.130
WD	-0.016	45	0.988

Cuadro S7. Prueba de U de Mann-Whitney de las comparaciones de los rasgos arquitecturales, de densidad de la madera (WD) y biomasa de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Bursera laxiflora*. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	U de Mann-Whitney	Z	p
Altura	62.000	-0.028	0.978
AC	38.500	-1.337	0.181
APR	29.000	-1.871	0.061
PC	49.500	-0.724	0.469
Cob	50.000	-0.696	0.487
AB	7.000	-0.365	0.715
GCT	40.500	-1.225	0.221
GCR	53.000	-0.404	0.686
TS	53.000	-0.540	0.589
VC	51.000	-0.640	0.522
VP	50.000	-0.696	0.487
IDA	56.500	-0.334	0.738
WD	56.000	-0.362	0.718
Biomasa	50.000	-0.696	0.487

Cuadro S8. Prueba de t de las comparaciones de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Jatropha cardiophylla*. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); NR (Número de ramas); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	0.471	47	0.639
AC	-0.847	47	0.401
PC	0.951	47	0.347
Cob	-0.232	47	0.030
VC	-0.546	47	0.587
VP	-1.214	47	0.231
NR	-4.465	47	0.000
GCR	0.679	47	0.500
IDA	-0.557	32.254	0.581
WD	-2.032	29.068	0.510
Biomasa	-1.193	47	0.239

Cuadro S9. Prueba de U de Mann-Whitney de las comparaciones de los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Jatropha cardiophylla*. DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Rasgos	U de Mann-Whitney	Z	p.
DV	13.000	-0.365	0.715
NV	5.000	-1.847	0.650
GPF	1.500	-2.476	0.013
NF	7.500	-1.372	0.170
IRM	5.000	-1.826	0.068
IV	4.000	-2.008	0.045
CHr	7.000	-1.461	0.170

Cuadro S10. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, WD y biomasa de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Mimosa distachya*. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); NR (Número de ramas); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	0.936	48	0.354
AC	-0.409	48	0.684
PC	1.615	48	0.113
Cob	0.904	48	0.370
VC	1.377	48	0.175
VP	1.204	48	0.235
NR	0.569	48	0.572
GCR	-1.259	48	0.214
IDA	1.784	48	0.081
WD	-1.212	48	0.231
Biomasa	1.207	48	0.233

Cuadro S11. Prueba de U de Mann-Whitney de los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Mimosa distachya*. DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Rasgos anatómicos	U de Mann-Whitney	Z	p
DV	2.000	-1.414	0.157
NV	0.000	-2.121	0.034
GPF	5.000	-0.354	0.724
NF	3.000	-1.061	0.289
IRM	6.000	0.000	1.000
IV	0.000	-2.121	0.034
CHr	4.000	-0.707	0.480

Cuadro S12. Prueba de t de los rasgos arquitecturales, la WD y la biomasa de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Parkinsonia microphylla*. Altura (m); AC (Altura de la de la copa; m), APR (Altura de la primera ramificación; m), PC (Profundidad de copa; m); Cob (Cobertura; m²); AB (Área basal; cm²); GCT (Grosor de la corteza del tallo; mm); GCR (Grosor de la corteza de la rama; mm); TS (Número de tallos secundarios); VC (Volumen de la copa; m³); VP (Volumen de la planta; m³); IDA (índice de dominancia apical; # de ramificaciones / longitud de la rama (m)); Biomasa (kg); WD (Densidad de la madera; g/cm³).

Rasgos	t	gl	p
Altura	3.716	49	0.001
AC	5.004	49	0.0001
APR	2.775	38.016	0.009
PC	0.923	49	0.361
Cob	4.358	41.544	0.0001
AB	4.626	44	0.0001
GCT	2.905	48	0.007
GCR	4.039	33.408	0.0001
TS	-0.444	49	0.659
VC	3.839	44.416	0.0001
VP	4.530	39.403	0.0001
IDA	-2.805	49	0.007
Biomasa	4.515	38.602	0.0001
WD	0.042	46	0.967

Cuadro S13. Prueba de U de Mann-Whitney de los rasgos anatómicos de la madera de los individuos de que crecen en islas de diversidad contra los que crecen aislados de *Parkinsonia microphylla*. DV (Diámetro de los vasos; μm), NV (Número de vasos por mm²), IV (Índice de vulnerabilidad); CHr (Conductividad hídrica relativa; $\mu\text{m}^4/\text{NV}$); GPF (Grosor de las paredes de las fibras; μm); NF (Número de fibras por mm²); IRM (Índice de rigidez de la madera).

Rasgos anatómicos	U de Mann-Whitney	Z	p
DV	7.000	-1.066	0.286
NV	6.000	-1.299	0.194
GPF	11.000	-0.214	0.831
NF	9.500	-0.536	0.592
IRM	10.000	-0.426	0.670
IV	5.000	-1.492	0.136
CHr	11.000	-0.213	0.831