



**CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES  
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES**

**PROGRAMA CITES DE ESPECIES ARBÓREAS  
FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA**

**PROYECTO CITES S-566**

**“ANÁLISIS INTEGRAL DE ESPECIES ARBÓREAS DEL GÉNERO DALBERGIA Y  
SIMILARES A TRAVÉS DEL LABORATORIO FORENSE DE MADERAS PARA EL  
FORTALECIMIENTO DE LA CITES EN GUATEMALA”**

**PRIMER OBJETIVO:**

**“CARACTERIZAR INTEGRALMENTE ESPECIES ARBÓREAS DEL GÉNERO  
*DALBERGIA* DE GUATEMALA Y 5 ESPECIES SEMEJANTES”**

**PRODUCTO 1.3. COMPONENTE DEL MANUAL TÉCNICO CON LA  
INFORMACIÓN FÍSICA DE LAS MADERAS DE LAS ESPECIES BAJO ESTUDIO.**

**INFORME FINAL DEL ESTUDIO SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS  
(DENSIDAD Y CONTRACCIÓN) DE LA MADERA DE *Dalbergia calderonii*, *D.  
retusa* var. *cuscatlanica*, *Astronium graveolens*, *Lonchocarpus castilloi*,  
*Platymiscium yucatanum*, *P. dimorphandrum* y *Enterolobium cyclocarpum***

**Vo.Bo.** Carlos  
Guillermo  
Alvarado  
Cerezo

Firmado  
digitalmente por  
Carlos Guillermo  
Alvarado Cerezo  
Fecha:  
2022.09.22  
11:07:58 -06'00'



**AGOSTO 2022.**



**PRODUCTO 1.3. COMPONENTE DEL MANUAL TÉCNICO CON LA  
INFORMACIÓN FÍSICA DE LAS MADERAS DE LAS ESPECIES BAJO  
ESTUDIO.**

**INFORME FINAL DEL ESTUDIO SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS  
(DENSIDAD Y CONTRACCIÓN) DE LA MADERA DE *Dalbergia  
calderonii*, *D. retusa* var. *cuscatlanica*, *Astronium graveolens*,  
*Lonchocarpus castilloi*, *Platymiscium yucatanum*, *P. dimorphandrum* y  
*Enterolobium cyclocarpum***

**AUTORES:**

**Ing. Agr. M. Sc. Myrna Ethel Herrera Sosa**

**Ing. For. M. Sc. José Mario Saravia Molina**

**Ing. Agr. Inferí. Edgar Omar Camey Arteaga**

**Ing. For. M. A. Pascuala Elisa Choxom Chamorro**

**AGOSTO 2022.**



## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	12
OBJETIVOS .....	14
General .....	14
Específicos .....	14
MARCO TEÓRICO.....	15
Equipo de laboratorio.....	15
<b>Balanza</b> .....	15
<b>Desecadora</b> .....	15
<b>Horno</b> .....	15
<b>Lupa de mano</b> .....	15
<b>Método de Arquímedes</b> .....	15
<b>Silica Gel</b> .....	16
<b>Termómetros</b> .....	16
<b>Vernier digital</b> .....	16
Generalidades de la madera.....	16
<b>Madera</b> .....	16
<b>Planos</b> .....	16
<b>Defectos Naturales</b> .....	17
<b>Nudo</b> .....	17
<b>Bolsas de resina</b> .....	17
<b>Madera de reacción</b> .....	17
<b>Rajaduras o grietas</b> .....	18
<b>Deformaciones por secado</b> .....	18
Propiedades Físicas de la Madera .....	18
<b>Contenido de Humedad (Ch)</b> .....	18
<b>Contracción</b> .....	19



<b>Densidad Básica (Db)</b> .....	20
Diseño experimental .....	20
<b>Diseño de bloques al azar en un experimento factorial con arreglo de parcelas divididas</b> .....	20
Modelo Estadístico .....	21
<b>METODOLOGÍA PROPIEDADES FÍSICAS</b> .....	22
Determinación de contracción de la madera de la especie en estudio .....	22
<b>Equipo utilizado</b> .....	22
<b>Etapas de elaboración de probetas</b> .....	22
<b>Etapas de acondicionamiento de las probetas</b> .....	22
<b>Etapas de marcado e identificación de probetas</b> .....	22
<b>Etapas de determinación de peso en estado verde</b> .....	22
<b>Etapas de determinación de la dimensión inicial</b> .....	23
<b>Etapas de ciclo de secado</b> .....	23
<b>Etapas de la determinación final</b> .....	23
<b>Revisión de la calidad de las probetas</b> .....	23
<b>Creación y análisis de base de datos</b> .....	23
Determinación de la densidad básica de la madera de la especie en estudio...	24
<b>Equipo utilizado</b> .....	24
<b>Etapas de elaboración de probetas</b> .....	24
<b>Etapas de Acondicionamiento de las probetas</b> .....	24
<b>Etapas de marcado e identificación de probetas</b> .....	24
<b>Etapas de determinación de peso y volumen de madera en estado verde</b> .....	24
<b>Etapas de ciclo de secado</b> .....	24
<b>Revisión de la calidad de las probetas</b> .....	25
<b>Creación y análisis de base de datos</b> .....	25
<b>RESULTADOS</b> .....	26
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl. ....	26
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.....	33
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl .....	41



<i>Dalbergia retusa</i> var. <i>cuscatlanica</i> Standl.....	48
<i>Dalbergia calderonii</i> Standl.....	54
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn .....	61
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Jacq.....	69
CONCLUSIONES ESPECÍFICAS .....	80
CONCLUSIONES GENERALES.....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	84
ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de porcentaje de contracción.....	19
Cuadro 2. Valores de coeficiente de Anisotropía o relación T/R .....	19
Cuadro 3. Clasificación de los valores de la densidad básica .....	20
Cuadro 4. Análisis de la Varianza (SC tipo I), Densidad básica <i>L. castilloi</i> . .....	26
Cuadro 5. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de <i>L. castilloi</i> en función de la altura .....	27
Cuadro 6. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal <i>L. castilloi</i> . .....	28
Cuadro 7. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial <i>L. castilloi</i> .30	
Cuadro 8. Análisis de la Varianza (SC tipo III) contracción radial <i>L. castilloi</i> .....	32
Cuadro 9. Análisis de la Varianza (SC tipo I) densidad básica <i>A. graveolens</i> .....	34
<b>Cuadro 10. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de <i>A. graveolens</i> en función de la altura. ....</b>	<b>34</b>
<b>Cuadro 11. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción longitudinal <i>A. graveolens</i>. ....</b>	<b>36</b>



Cuadro 12. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción tangencial *A. graveolens*.  
..... 38

Cuadro 13. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción radial *A. graveolens*.. 39

Cuadro 14. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *A. graveolens* en función del tipo de madera..... 40

Cuadro 15. Análisis de la Varianza (SC tipo III), densidad básica *P. yucatanum*.. 41

**Cuadro 16. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *P. yucatanum* en función de tipo de madera..... 42**

Cuadro 17. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal *P. yucatanum*..... 43

Cuadro 18. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum*, en función de la altura. .... 43

Cuadro 19. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial *P. yucatanum*..... 45

Cuadro 20. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum*, en función del tipo de madera. .... 45

Cuadro 21. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción radial *P. yucatanum*.  
..... 46

Cuadro 22. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *P. yucatanum*, en función del tipo de madera..... 47

Cuadro 23. Análisis de la Varianza (SC tipo III), densidad básica *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 48

Cuadro 24. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*, en función del tipo de madera..... 49

Cuadro 25. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 50

Cuadro 26. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 51

Cuadro 27. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*, en función del tipo de madera. .... 52



Cuadro 28. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción radial <i>D. retusa</i> var. <i>cuscatlanica</i> .....	53
Cuadro 29. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de <i>D. retusa</i> var. <i>cuscatlanica</i> , en función del tipo de madera.....	53
Cuadro 30. Análisis de la Varianza (SC tipo I), densidad básica <i>D. calderonii</i> .....	54
Cuadro 31. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de <i>D. calderonii</i> , en función del tipo de madera.....	55
Cuadro 32. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción longitudinal <i>D. calderonii</i> . .....	56
<b>Cuadro 33. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción tangencial <i>D. calderonii</i>.</b> .....	<b>58</b>
Cuadro 34. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de <i>D. calderonii</i> , en función del tipo de madera. ....	58
Cuadro 35. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción radial <i>D. calderonii</i> ....	60
Cuadro 36. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de <i>D. calderonii</i> , en función del tipo de madera.....	60
Cuadro 37. Análisis prueba de T, densidad básica <i>P. dimorphandrum</i> .....	62
Cuadro 38. Analisis prueba de T, contracción longitudinal <i>P. dimorphandrum</i> . ....	63
Cuadro 39. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de <i>P. dimorphandrum</i> , en función del tipo de madera.....	64
Cuadro 40. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de <i>P. dimorphandrum</i> . ....	65
Cuadro 41. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de <i>P. dimorphandrum</i> , en función del tipo de madera.....	66
Cuadro 42. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de <i>P. dimorphandrum</i> . ....	67
<b>Cuadro 43. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de <i>P. dimorphandrum</i>, en función del tipo de madera.</b> .....	<b>68</b>
Cuadro 44. Análisis prueba de T, de la densidad básica de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura. ....	69



Cuadro 45. Análisis prueba de T, de la densidad básica de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función del tipo de madera .....	70
Cuadro 46. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura.....	71
Cuadro 47. Análisis prueba de T, contracción longitudinal de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura.....	72
Cuadro 48. Análisis prueba de T, contracción longitudinal de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función del tipo de madera.....	73
Cuadro 49. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura.....	74
Cuadro 50. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función del tipo de madera.....	74
Cuadro 51. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura.....	75
Cuadro 52. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función del tipo de madera.....	76
Cuadro 53. Comparación de medias de la contracción longitudinal en función de la altura .....	77
Cuadro 54. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función de la altura.....	78
Cuadro 55. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de <i>E. cyclocarpum</i> , en función del tipo de madera.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de dispersión de densidad básica de <i>L. castilloi</i> .....	26
Figura 2. Densidad básica de la madera de <i>L. castilloi</i> en la interacción de altura x árbol.....	27
Figura 3. Diagrama de dispersión de la contracción longitudinal de la madera de <i>L. castilloi</i> .....	28





Figura 4. Contracción longitudinal de la madera de *L. castilloi*, en la interacción de altura x árbol..... 29

Figura 5. Contracción longitudinal de la madera de *L. castilloi* en la interacción de altura x tipo..... 29

Figura 6. Diagrama de dispersión de la contracción tangencial de la madera de *L. castilloi*. .... 30

**Figura 7. Contracción tangencial de la madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*árbol. .... 31**

**Figura 8. Contracción tangencial por tipo de madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*madera. .... 31**

Figura 9. Diagrama de dispersión de la contracción radial de la madera de *L. castilloi*. .... 32

Figura 10. contracción radial de la madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*árbol..... 33

Figura 11. Diagrama de dispersión de la densidad básica de la madera de *A. graveolens*..... 33

Figura 12. Densidad básica de la madera de *A. graveolens*, en la interacción de altura x árbol..... 35

Figura 13. Diagrama de dispersión de la contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens*..... 35

Figura 14. Contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens* en la interacción de altura x árbol..... 36

**Figura 15. Contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens* en la interacción de altura x madera..... 37**

Figura 16. Diagrama de dispersión de la contracción tangencial de la madera de *A. graveolens*..... 37

Figura 17. Contracción tangencial de la madera de *A. graveolens*, en la interacción de altura x árbol..... 38

Figura 18. Diagrama de dispersión de contracción radial de la madera de *A. graveolens*..... 39

Figura 19. Grafica de interacción altura x árbol de la madera de *A. graveolens*. . 40



Figura 20. Diagrama de dispersión de la densidad básica de la madera de *P. yucatanum*..... 41

Figura 21. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum*..... 42

Figura 22. Contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura x árbol..... 44

Figura 23. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum*..... 44

Figura 24. Contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura\* árbol..... 45

Figura 25. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *P. yucatanum*..... 46

Figura 26. Contracción radial de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura\* árbol..... 47

Figura 27. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *D. reutsa* var. *cuscatlanica*..... 48

Figura 28. Densidad básica de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura\* árbol..... 49

Figura 29. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 50

Figura 30. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 51

Figura 31. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*..... 52

Figura 32. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *D. calderonii*.  
..... 54

Figura 33. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii*..... 55

Figura 34. Contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii* en la interacción de altura x árbol..... 56



**Figura 35. Contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii* en la interacción de altura x tipo..... 57**

Figura 36. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *D. calderonii*..... 57

**Figura 37. Contracción tangencial de la madera de *D. calderonii*, en la interacción de altura x árbol..... 59**

Figura 38. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *D. calderonii*.  
..... 59

**Figura 39. Contracción radial de la madera de *D. calderonii*, en la interacción de altura x árbol..... 61**

Figura 40. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *P. dimorphandrum*. ..... 61

Figura 41. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *P. dimorphandrum*. ..... 63

Figura 42. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *P. dimorphandrum*. ..... 65

Figura 43. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *P. dimorphandrum*. ..... 67

Figura 44. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *E. cyclocarpum*. ..... 69

Figura 45. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*. ..... 71

Figura 46. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *E. cyclocarpum*. ..... 74

Figura 47. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *E. cyclocarpum*. ..... 77



## INTRODUCCIÓN

La caracterización física (densidad básica y contracción) de la madera de 7 especies es parte de la investigación denominada “Estudio integral de especies arbóreas del género *Dalbergia* y similares, a través del Laboratorio Forense de Maderas, para el fortalecimiento de la aplicación de la CITES en Guatemala”, el cual forma parte del Programa CITES de Especies Arbóreas – CTSP-, financiado por la Unión Europea. Se llevó a cabo en el Laboratorio para Identificación y Descripción de Maderas, así como en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue administrado por la Secretaría General del Consejo Superior Universitario Centroamericano –SG-CSUCA-.

Las especies del género *Dalbergia* están protegidas bajo el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres -CITES-, debido a que numerosas de sus poblaciones naturales han sido fuertemente mermadas o incluso han desaparecido, ya que sus maderas son muy apreciadas en el comercio internacional y nacional, puesto que presentan bellos colores y diseños, junto a su gran durabilidad, resistencia y sonoridad. Así pues, se utilizan en la producción de instrumentos musicales, mobiliario, diseño arquitectónico, esculturas, artesanías y mucho más. En investigaciones anteriores realizadas en el Laboratorio, ya se han estudiado las características físicas de *Dalbergia stevensonii*, *D. calycina*, *D. tucurensis* y *D. retusa* var. *retusa* de Guatemala. Ahora se avanza en los estudios de dos especies: *Dalbergia calderonii* y *D. retusa* var. *cuscatlanica*.

La Autoridad CITES de Guatemala para especies forestales consideró de importancia estudiar 5 especies más: *Astronium graveolens*, *Lonchocarpus castilloi*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Platymiscium yucatanum* y *P. dimorphandrum*, pues se ha observado un incremento en el comercio de sus maderas e incluso en el tráfico ilegal las mismas, especialmente en el caso de *E. cyclocarpum*. Todas tienen en común la semejanza de sus colores, diseños, resistencia y variedad de usos con respecto a la madera de las *Dalbergias*. Es más, en el caso de *P. dimorphandrum* y *P. yucatanum*, son especies que están estrechamente relacionadas con las *Dalbergias*, ya que pertenecen a misma Tribu (*Dalbergieae*) y a la sub-familia *Faboideae*; por lo que sus maderas tienen en común ser de gran belleza y sonoridad, entre otras.

El conocimiento de las características físicas de las maderas facilita su identificación, especialmente cuando se conjuntan con las características organolépticas y su histología, también estudiadas en el proyecto, pues uno de los



objetivos del mismo consiste en proveer de herramientas de identificación que sean útiles y de fácil comprensión para el personal técnico de las instituciones a cargo de la gobernanza forestal en Guatemala y la región.



## OBJETIVOS

### General

- Caracterización organoléptica y física (densidad y contracción) de la madera de las especies bajo estudio en el proyecto “Análisis integral de las especies arbóreas del género *Dalbergia* y similares a través del laboratorio forense de maderas para el fortalecimiento de la aplicación de la CITES en Guatemala”.

### Específicos

- Determinar las características físicas (Densidad y Contracción) de la madera de las especies bajo estudio.
- Realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos de Densidad y contracción de la madera de las especies bajo estudio.



## MARCO TEÓRICO

### Equipo de laboratorio

#### Balanza

La balanza es un instrumento que sirve para medir la masa. La balanza analítica es una clase de balanza utilizada principalmente para medir pequeñas masas. Este tipo de balanza es uno de los instrumentos de medida más usados en laboratorio y de la cual dependen básicamente todos los resultados analíticos. (Laboratorioquimico 2011: Párrafo 1)

#### Desecadora

Hay muchos tipos diferentes de desecador, pero todos ellos son muy similares en su estructura. La cámara principal de un desecador está vacía, lo que permite colocar cualquier sustancia en su interior. En la cámara secundaria, se coloca la sustancia desecante, la cual se encarga de absorber la humedad del recipiente. (Laboratorioquimico 2011: Párrafo 3)

#### Horno

Un horno para laboratorio, es aquella cámara o cavidad donde se utiliza una temperatura mayor al ambiente con el fin de retirar la humedad de un producto. (QuimiNet.com 2011: Párrafo 1)

#### Lupa de mano

Instrumento óptico con una lente convergente, que al momento de desviar la luz amplifica el objeto que este siendo observado, es decir el uso principal de este instrumento es aumentar de tamaño un objeto que sea pequeño y difícil de observar a simple vista. (Pérez y Gardey, 2019)

#### Método de Arquímedes

Al sumergir un objeto en un recipiente con agua, el líquido se desplazará y diremos que el volumen desplazado es igual al volumen ocupado por el objeto dentro del agua, como la densidad del agua equivale a  $1\text{g/cm}^3$  ( $1000\text{ kg/m}^3$ ), la cantidad de gramos de masa del agua equivale al número de centímetros cúbicos de volumen del objeto sumergido, este método se usa para determinar el volumen de objetos de forma irregular, en resumen el volumen del objeto es igual al volumen del líquido desplazado. (Vite, 2014)



## **Silica Gel**

El gel de sílice, también conocido como Silicagel, es un producto absorbente, catalogado como el de mayor capacidad de absorción de los que se conocen actualmente. Es una sustancia química de aspecto cristalino, porosa, inerte, no tóxica e inodora, de fórmula química molecular  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , insoluble en agua ni en cualquier otro solvente, químicamente estable, sólo reacciona con el ácido fluorhídrico y el álcali. (QuimiNet.com 2006: Párrafo 4, 5)

## **Termómetros**

Son instrumentos destinados a medir temperaturas con escalas en grados centígrados o Fahrenheit. El más empleado es aquel con graduaciones de  $1^\circ\text{C}$  (pudiendo apreciarse hasta  $0,5^\circ\text{C}$ ) que va desde  $-10^\circ\text{C}$  hasta  $200^\circ\text{C}$ . (Rosa La Rosa 2011: Párrafo 1-2)

## **Vernier digital**

Utiliza un sistema electrónico que funciona en relación directa con una escala registrada por un elemento sensor. La lectura es presentada en una pantalla alfanumérica y puede ser configurado para presentar sus lecturas en submúltiplos de las escalas más utilizadas (ECI 2007: Párrafo 22)

## **Generalidades de la madera**

### **Madera**

La madera o leño se encuentra debajo de la corteza, es la parte sólida de los árboles compuesta por elementos lignificados y tejido secundario producido por el cambium. Se considera un material anisotrópico y heterogéneo, posee características diferentes según la dirección considerada. (Gimenez et al. 2005)

### **Planos**

Por considerarse un material heterogéneo con células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, el aspecto de la madera cambia en función de la sección observada, por tal motivo se consideran 3 planos convencionales de corte. (Gimenez et al. 2005)

- Transversal: corte realizado perpendicular al eje del árbol.
- Radial: corte realizado paralelo a los radios y en dirección perpendicular a los anillos de crecimiento.
- Tangencial: corte realizado perpendicular a los radios y tangencial a los anillos de crecimiento.





## **Defectos Naturales**

Chan et al. (2002) considera a la madera como un producto natural renovable, el cual se desarrolla al aire libre o intemperie expuesto a condiciones climáticas variables, por tal es común que presente características diversas derivadas del proceso de crecimiento, a estas se les conoce como defectos. Los principales defectos son:

### **Nudo**

Es un defecto natural en la madera, el cual son porciones de ramas que se encuentran rodeadas por el tronco durante el crecimiento de este, las propiedades organolépticas y físicas son diferentes de la madera circundante. Dentro de estos podemos considerar:

- Nudo muerto: se forma cuando una rama muere y el muñón es rodeado por el crecimiento del tronco, por tal motivo no existe continuidad entre ambos tejidos y tiende a desprenderse con facilidad cuando es aserrada.
- Nudo arracimado: es una agrupación de dos o más nudos y alteran el grano de toda la pieza. (Chan et al. 2002)

### **Bolsas de resina**

Son cavidades que representan una discontinuidad en la madera entre los anillos de crecimiento, son evidentes en coníferas ya que presentan porciones fuertemente impregnadas de resina (ocote). (Chan et al. 2002)

### **Madera de reacción**

Es una madera que se forma debido a la reacción de los esfuerzos del árbol ante situaciones específicas tales como movimiento de fuste y ramas por la acción del viento o fustes torcidos. Se consideran dos tipos de madera:

- Madera de tensión: al observar una sección transversal de un fuste se notara una zona a la izquierda o derecha, donde los anillos de crecimiento se vuelven más anchos.
- Madera de compresión: en la sección transversal se notara una zona opuesta a la anterior donde los anillos de crecimiento se encuentran muy juntos ya que los elementos anatómicos se encuentran bajo presión. (Chan et al. 2002)



### **Rajaduras o grietas**

Consiste en la separación de los elementos constitutivos de la madera durante el proceso de crecimiento, ya que los árboles crean estados de esfuerzo interno que ocasionan estos defectos, que pueden o no atravesar el grosor de la pieza. (Chan et al. 2002)

### **Deformaciones por secado**

En las deformaciones por secado más comunes se encuentra; el curvado de cara, curvado de canto, alabeo y el abarquillado. Como menos frecuente se puede mencionar el arrombado el cual tiene mayor influencia cuando se trata de piezas de sección cuadrada. (Vignote y Martínez 2006)

- Curvado de cara: ambas caras de la pieza secada se curvan con respecto al eje transversal de la pieza.
- Curvado de canto: los cantos de la pieza secada se curvan con respecto al eje transversal de la pieza.
- Abarquillado: ambas caras de la pieza secada se curvan con respecto al eje longitudinal de la pieza.
- Alabeo: los cantos de las piezas secadas se curvan de modo que las cuatro esquinas no quedan en el mismo plano.
- Arrombado: distorsión causada en la sección de la pieza, donde se pierde la ortogonalidad en los lados adyacentes.

### **Propiedades Físicas de la Madera**

#### **Contenido de Humedad (Ch):**

Es el agua contenida dentro de un material, se determina cuando se relaciona el peso del material en estado húmedo respecto al peso del material en estado anhidro o libre de humedad, se representa por medio de porcentaje. (Córdoba, 2005)

$$Ch = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso anhidro}}{\text{Peso anhidro}} \times 100 \quad (1)$$



### Contracción:

La contracción de la madera según (Córdoba, 2012) está estrechamente relacionada con el contenido de humedad que esta contenga en sus fibras, reaccionando directamente con la humedad relativa del ambiente, por lo cual se producen cambios en las dimensiones de acuerdo a la ganancia o pérdida de humedad siendo hincharse o contraerse, estos valores se expresan en porcentajes con respecto al valor de la dimensión original, considerando a la madera un material anisotrópico las propiedades varían en función de la dirección siendo estas longitudinal, tangencial o radial, cabe destacar que la mayor contracción se manifiesta en el plano tangencial que en el radial y esta a su vez mayor que la longitudinal.

Los cambios de humedad agresivos dentro de la madera provocan que esta se exponga a distorsiones principalmente en procesos de secado muy acelerados, o cuando no se controla la temperatura y la humedad relativa del secado del material.

$$\% \text{ Contracción} = \frac{\text{Inicial} - \text{Final}}{\text{Inicial}} \times 100 \quad (2)$$

**Cuadro 1. Clasificación de porcentaje de contracción**

Clasificación	Radial	Tangencial
Muy alta	3.0	6.3
Alta a moderada	1.6	3.6
Baja a muy baja	0.6	1.1

Fuente. Casasola (1988)

**Cuadro 2. Valores de coeficiente de Anisotropía o relación T/R**

Valor del coeficiente	Aplicación de madera
1 ideal NO EXISTE	Alteración idéntica de las dimensiones Rd y Tg
1,2 – 1,5	Excelentes. Aplicaciones sin alabeos
1,6 – 1,9	Normal
> 2	Restringe varias aplicaciones

Fuente. Spavento y Monteoliva (2008)



### Densidad Básica (Db):

Es una definición para representar el peso seco de la sustancia madera en un volumen variante, asociada cuando las paredes están saturadas de agua, en la mayoría de las especies se considera saturada cuando el contenido de humedad en las paredes es aproximadamente 30%. (Cisternas, 1994)

$$Db = \frac{\text{Peso anhidro}}{\text{Volumen Verde}} \quad (3)$$

**Cuadro 3. Clasificación de los valores de la densidad básica**

Clasificación	Rango
Menor a 0.20	Extremadamente liviana
0.20 a 0.25	Excesivamente liviana
0.25 a 0.30	Muy liviana
0.30 a 0.36	Liviana
0.36 a 0.42	Moderadamente liviana
0.42 a 0.50	Moderadamente pesada
0.50 a 0.60	Pesada
0.60 a 0.72	Muy pesada
0.72 a 0.86	Excesivamente pesada
Mayor de 0.86	Extremadamente pesada

Fuente: Tomado de Benítez Ramos R.F; Montesinos Lagos J.L. 1998

### Diseño experimental

#### Diseño de bloques al azar en un experimento factorial con arreglo de parcelas divididas

Los experimentos con el arreglo de parcelas divididas, incluyen dos o más factores con todos sus niveles y en todas las posibles combinaciones, la diferencia entre estos arreglos es la manera de instalación del experimento y el esquema del análisis de varianza. En un diseño de bloques al azar con r bloques, y a niveles del factor A. Si cada parcela se divide en b subcarpetas, y en esas b subcarpetas se distribuyen en forma aleatoria los b niveles de un factor B, se tiene de forma general el diseño de bloques al azar, con arreglo de parcelas divididas.

Cuando los niveles de un factor A, requieren extensiones grandes para poder ser aplicados al experimento, tal como ocurre en sistemas de riego, distanciamiento de surcos, etc., y también esos niveles deben ser combinados con los niveles del factor B, estos con variantes como fertilizantes, variedades, etc., este tipo de arreglo es



muy útil. Los niveles del factor A, deben ser distribuidos en parcelas grandes ya que sufrirán división, por otro lado los niveles del factor B, no necesitan grandes parcelas y podrán ser distribuidos entre subparcelas. Así se crearan dos estructuras, una grande con los niveles del factor A, y otra a nivel de subparcelas dentro de cada parcela grande, con los niveles del factor B.

Los niveles de las parcelas grandes se denominan; tratamientos primarios, y los niveles de las parcelas pequeñas son denominados; tratamientos secundarios. Con esta estructura los tratamientos primarios se confunden con las parcelas grandes, pero los tratamientos secundarios no son confundidos, por tal motivo se debe asignar el factor de interés en las parcelas pequeñas. (López y González 2014)

Modelo Estadístico:

$$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta medida en la  $ijk$  - ésima unidad experimental

$m$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $j$  - ésimo bloque

$\beta_j$  = Efecto del  $i$  - ésimo nivel del factor A.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$  - ésimo bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por error(a)

$\gamma_k$  = Efecto del  $k$  - ésimo nivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = Efecto debido a la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $k$  - ésimo nivel del factor B.

$e_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$ , es utilizado como residuo a nivel de parcela pequeña, y es definido como: Error(b)



## METODOLOGÍA PROPIEDADES FÍSICAS

Determinación de contracción de la madera de la especie en estudio.

### Equipo utilizado

- Balanza digital capacidad máxima 5000g x 1g de precisión.
- Vernier digital Mitutoyo de 8 pulgadas de largo y un factor de error de  $\pm 0.03$  mm.
- Horno de convección, de temperatura máxima 250 °C.
- Termómetro de laboratorio de 30 centímetros de largo, y 200 °C máximos, precisión 0.2
- Desecador de vidrio, con tapa de borde esmerilado y plataforma extraíble.
- Silica Gel, con indicador de color naranja.

### Etapa de elaboración de probetas.

Las probetas se elaboran en base a las dimensiones 1X1X4 pulgadas, indicadas en la norma ASTM D143 – 94 (Reapproved 2000), en la sección 20.1 para probetas de contracción. Se identifican todas las probetas realizadas con nomenclatura clara para evitar confundirlas.

### Etapa de acondicionamiento de las probetas.

Las probetas de contracción se limpian con una cuchilla, en los lugares donde tengan excesos de fibras luego de haber sido cortadas, las probetas que presenten defectos como grietas demasiado grandes o rajaduras, se deberán descartar y no incluir en la etapa siguiente.

### Etapa de marcado e identificación de probetas.

Las probetas identificadas desde carpintería se les deberán agregar líneas horizontales, para separar las probetas que provengan de la cruz largas (1 línea) y cortas (2 y 3 líneas) respectivamente. Las probetas de contracción se deben marcar en los planos tangencial, radial y longitudinal (3 marcas por cada plano) debidamente bien identificados. Se debe determinar el tipo de tejido contenido en las probetas (duramen, albura o mixta), y anotarse en hojas de registro.

### Etapa determinación de peso en estado verde.

Para determinar el peso de las probetas en estado verde, se debe realizar con la balanza anotando los resultados en hojas de registro.



### **Etapas de determinación de la dimensión inicial**

Para determinar las dimensiones iniciales de las probetas de contracción, se debe medir con el vernier en cada una de las marcas realizadas, es decir se deben tomar 3 datos del plano tangencial, 3 datos del plano radial, y 3 datos del plano longitudinal, para un total de 9 datos por probeta.

### **Etapas de ciclo de secado.**

Al iniciar el ciclo de secado se debe precalentar el horno durante 30 minutos a 45°C, se debe iniciar con una temperatura baja (40 o 50 °C) e ir aumentando la temperatura gradualmente de 5 a 10 °C respectivamente, hasta alcanzar la temperatura máxima de 103 ±2 °C. Se debe tomar los pesos de las probetas cada 4 horas durante el día, es decir 12 horas se debe monitorear los pesos y 12 horas no se toman pesos, pero debe procurarse mantener estable el horno durante ese periodo. El tiempo de finalización del ciclo de secado será cuando se establezcan las probetas, es decir cuando se obtengan 3 datos de pesos iguales en un periodo de tiempo igual o mayor a 12 horas.

### **Etapas de la determinación final.**

Al finalizar el ciclo de secado las probetas de contracción se deben estabilizar dentro de una desecadora, para evitar ganar humedad del ambiente y así realizar la toma de dimensión final con la ayuda del vernier digital.

### **Revisión de la calidad de las probetas.**

Luego de finalizado el ciclo de secado se debe revisar la calidad de las probetas, observando los defectos que pudieron haber sufrido, y que sean muy perceptibles tales como; alabeos, grietas y rajaduras, provocadas por el secado o la constitución de la madera ("madera nerviosa"), las probetas que muestren los defectos anteriores, se excluirán de los datos finales.

### **Creación y análisis de base de datos.**

Se debe crear hojas electrónicas para la organización, simplificación y ordenamiento de los datos, se debe calcular el contenido de humedad por medio de la fórmula (1), el porcentaje de contracción por medio de la fórmula (2), y realizar el Análisis de Varianza en Infostat versión Estudiantil.





## **Determinación de la densidad básica de la madera de la especie en estudio.**

### **Equipo utilizado**

- Balanza digital capacidad máxima 5000g x 1g de precisión.
- Método Arquímedes (Soporte universal de metal, recipiente con agua, varilla de metal acondicionada para soportar probetas de densidad).
- Horno de convección, de temperatura máxima 250 °C.
- Termómetro de laboratorio de 30 centímetros de largo, y 200 °C máximos, precisión 0.2

### **Etapas de elaboración de probetas.**

Las probetas se elaboran en base a las dimensiones 2X2X6 pulgadas, indicadas en la norma ASTM D143 – 94 (Reapproved 2000), en la sección 19.1 para probetas de densidad. Se identifican todas las probetas realizadas con nomenclatura clara para evitar confundirlas.

### **Etapas de Acondicionamiento de las probetas.**

Las probetas de densidad se limpian con una cuchilla, en los lugares donde tengan excesos de fibras luego de haber sido cortadas, las probetas que presenten defectos como grietas demasiado grandes o rajaduras, se deberán descartar y no incluir en la etapa siguiente.

### **Etapas de marcado e identificación de probetas.**

Las probetas identificadas desde carpintería se les deberán agregar líneas horizontales, para separar las probetas que provengan de la cruz largas (1 línea) y cortas (2 y 3 líneas) respectivamente. Se debe determinar el tipo de tejido contenido en las probetas (duramen, albura o mixta), y anotarse en las hojas de registro.

### **Etapas de determinación de peso y volumen de madera en estado verde.**

Para determinar el peso de las probetas en estado verde, se debe realizar con la balanza anotando los resultados en hojas de registro, el volumen verde se determina haciendo uso del método de Arquímedes, con la ayuda del soporte universal, el recipiente con agua y la varilla de metal acondicionada para soportar las probetas, anotando los resultados en hojas de registro.

### **Etapas de ciclo de secado.**

Al iniciar el ciclo de secado se debe precalentar el horno durante 30 minutos a 45°C, se debe iniciar con una temperatura baja (40 o 50 °C) e ir aumentando la temperatura gradualmente de 5 a 10 °C respectivamente, hasta alcanzar la





temperatura máxima de  $103 \pm 2$  °C. Se debe tomar los pesos de las probetas cada 4 horas durante el día, es decir 12 horas se debe monitorear los pesos y 12 horas no se toman pesos, pero debe procurarse mantener estable el horno durante ese periodo. El tiempo de finalización del ciclo de secado será cuando se establezcan las probetas, es decir cuando se obtengan 3 datos de pesos iguales en un periodo de tiempo igual o mayor a 12 horas.

### **Revisión de la calidad de las probetas.**

Luego de finalizado el ciclo de secado se debe revisar la calidad de las probetas, observando los defectos que pudieron haber sufrido, y que sean muy perceptibles tales como; alabeos, grietas y rajaduras, provocadas por el secado o la constitución de la madera (“madera nerviosa”), las probetas que muestren los defectos anteriores, se excluirán de los datos finales.

### **Creación y análisis de base de datos.**

Se debe crear hojas electrónicas para la organización, simplificación y ordenación de los datos, se debe calcular la densidad por medio de la fórmula (3), y realizar el Análisis de Varianza en Infostat versión Estudiantil.



## RESULTADOS

### *Lonchocarpus castilloi* Standl.

Para la especie se obtuvieron los siguientes datos:

#### Análisis estadístico de la Densidad Básica

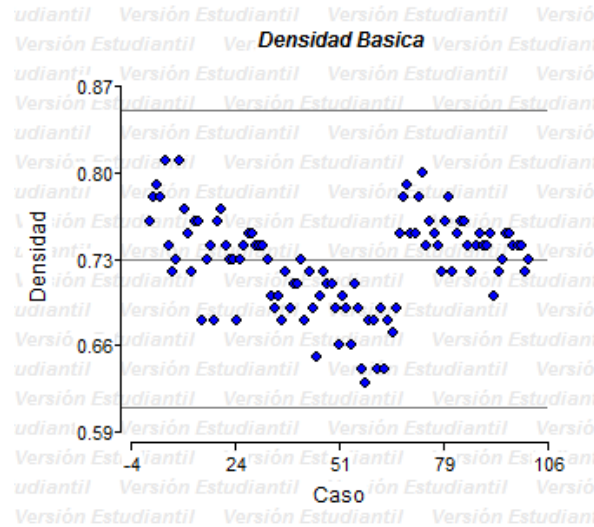


Figura 1. Diagrama de dispersión de densidad básica de *L. castilloi*.

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.73, Limite Superior: 0.61, y Límite Inferior: 0.85.

#### Cuadro 4. Análisis de la Varianza (SC tipo I), Densidad básica *L. castilloi*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	11	1.40E-03	12.61	0.0058
Altura	4.40E-03	2	2.20E-03	15.87	0.0125
Altura*Arbol	5.50E-04	4	1.40E-04	1.23	0.4036
Arbol	0.01	2	5.00E-03	44.48	0.0007
Tipo	1.00E-04	1	1.00E-04	0.9	0.3874
Altura*Tipo	5.40E-04	2	2.70E-04	2.43	0.1835
Error	5.60E-04	5	1.10E-04		
Total	0.02	16			

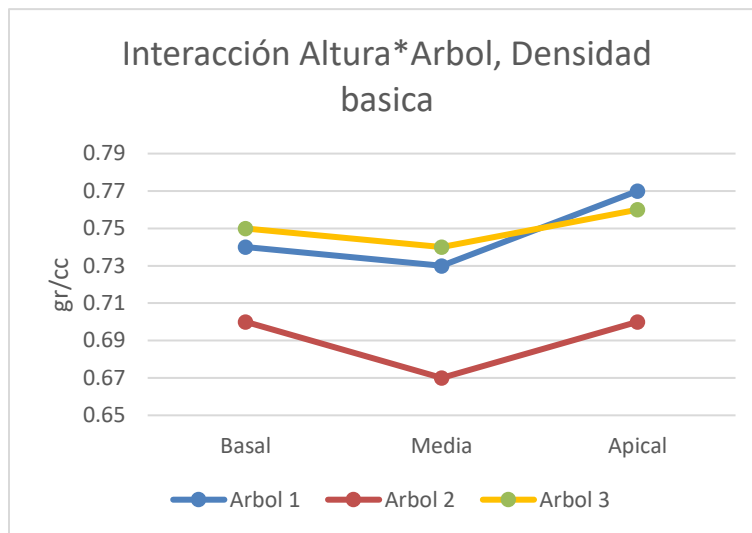
El ANDEVA muestra diferencias altamente significativas en la variable altura y árbol, lo cual significa que la densidad no se comporta de forma uniforme a lo largo del fuste.



**Cuadro 5. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *L. castilloi* en función de la altura**

Altura	Media	Desviación Estándar	Fisher	Tukey
Apical	0.75	0.03	A	A
Basal	0.73	0.02		AB
Media	0.71	0.03		B

Las pruebas de medias realizadas (Fisher y Tukey) muestran que la densidad básica de la madera de la parte apical del fuste es significativamente más alta que la densidad básica de las secciones media y basal.

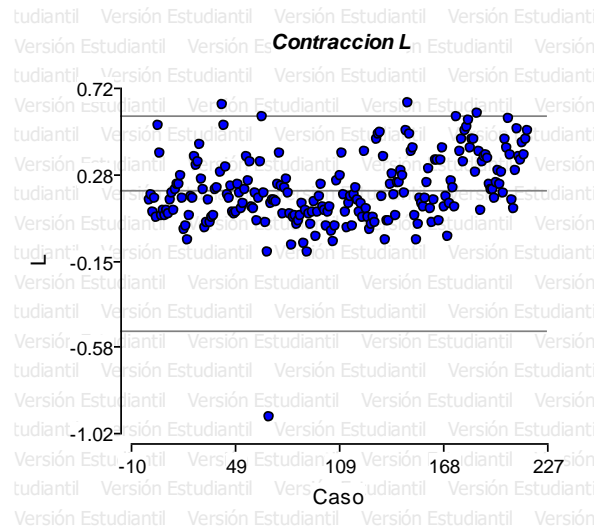


**Figura 2. Densidad básica de la madera de *L. castilloi* en la interacción de altura x árbol.**

El comportamiento de la gráfica de la altura\*árbol, es semejante estadísticamente con una ligera interacción entre el árbol 3 y 1.



### Contracción Longitudinal



**Figura 3. Diagrama de dispersión de la contracción longitudinal de la madera de *L. castilloi*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.2, Desviación estándar: 0.18, Límite superior: 0.576, Límite Inferior: -0.504, sin embargo, se pueden observar puntos fuera de los límites definidos siendo considerados como datos atípicos.

**Cuadro 6. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal *L. castilloi*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	11	0.01	0.93	0.5682
Altura	0.02	2	0.01	1.55	0.317
Altura*Arbol	0.03	4	0.01	0.72	0.6078
Arbol	0.03	2	0.01	1.59	0.2798
Tipo	1.10E-03	1	1.10E-03	0.12	0.7398
Altura*Tipo	0.02	2	0.01	0.9	0.4561
Error	0.05	6	0.01		
Total	0.15	17			

Del Análisis de Varianza se infiere lo siguiente; la madera de *L. castilloi* presenta una contracción longitudinal uniforme a lo largo del fuste y también a lo ancho, puesto que el duramen y la albura no presentan diferencias significativas para esta variable.

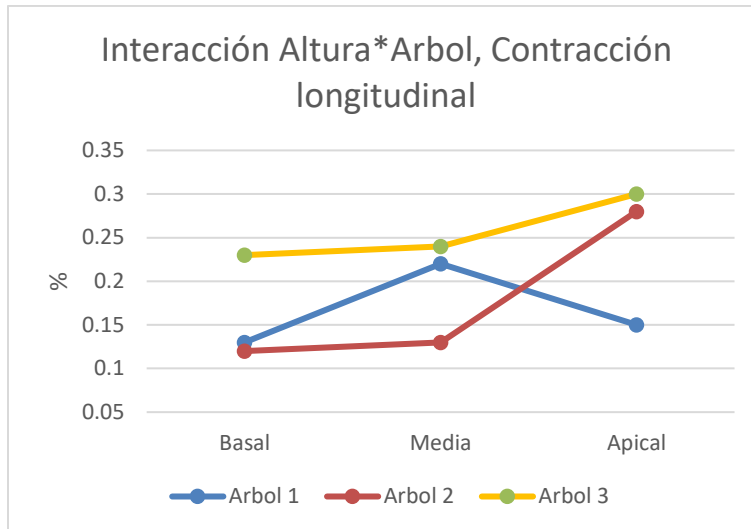


Figura 4. Contracción longitudinal de la madera de *L. castilloi*, en la interacción de altura x árbol.

El comportamiento de la contracción longitudinal es semejante a lo largo del fuste en los árboles 2 y 3; mientras que el árbol 1 es semejante a los otros 2 en la base, con ligeras diferencias en la parte media y apical del fuste, aunque, estadísticamente no hay diferencias significativas entre ellos.

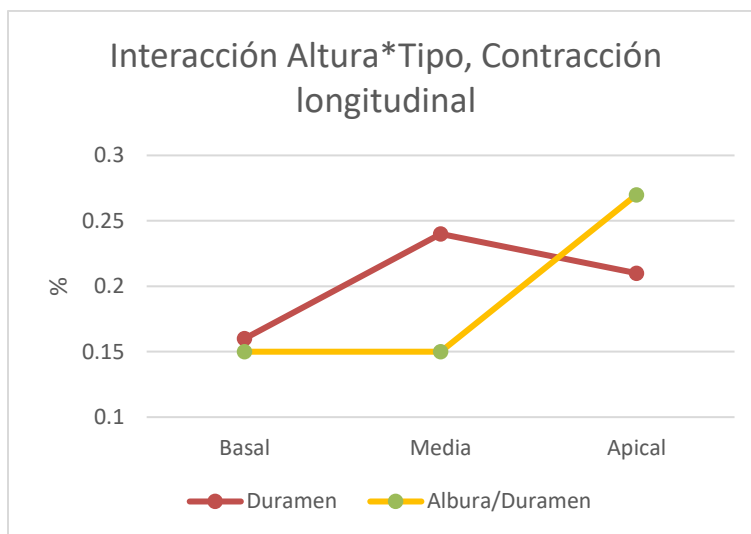
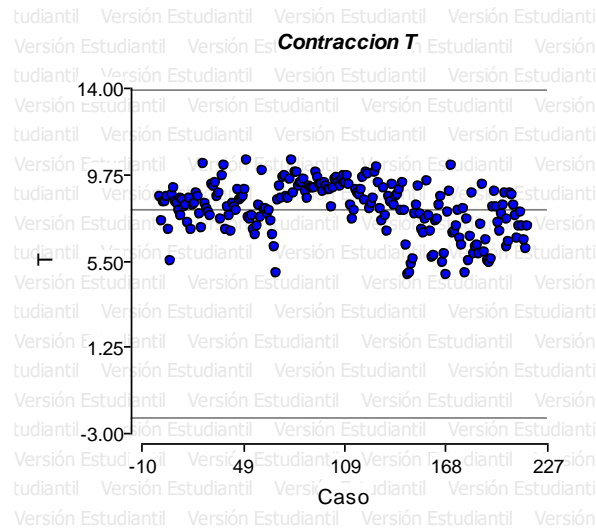


Figura 5. Contracción longitudinal de la madera de *L. castilloi* en la interacción de altura x tipo.

El duramen y la albura de *Lonchocarpus castilloi* son semejantes estadísticamente en lo referente a la contracción longitudinal, muestran ligeras diferencias en las secciones media y apical de los fustes.



### Contracción Tangencial



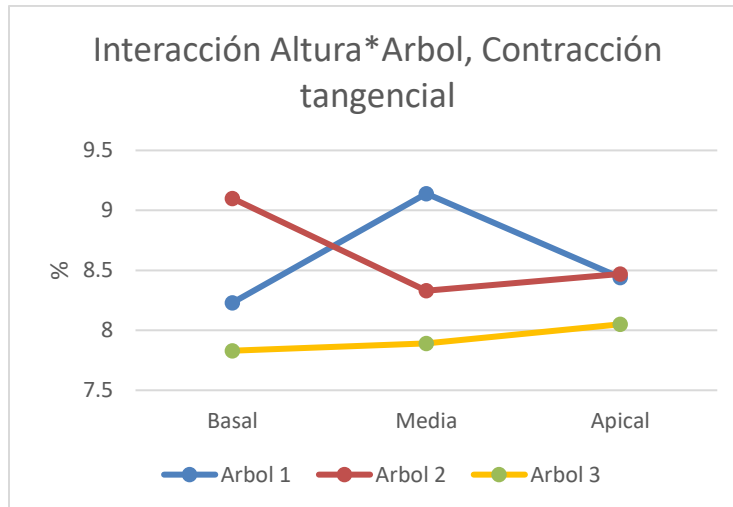
**Figura 6. Diagrama de dispersión de la contracción tangencial de la madera de *L. castilloi*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 8.05, Desviación estándar: 1.26, Límite superior: 13.923, Límite Inferior: -2.1924.

**Cuadro 7. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial *L. castilloi*.**

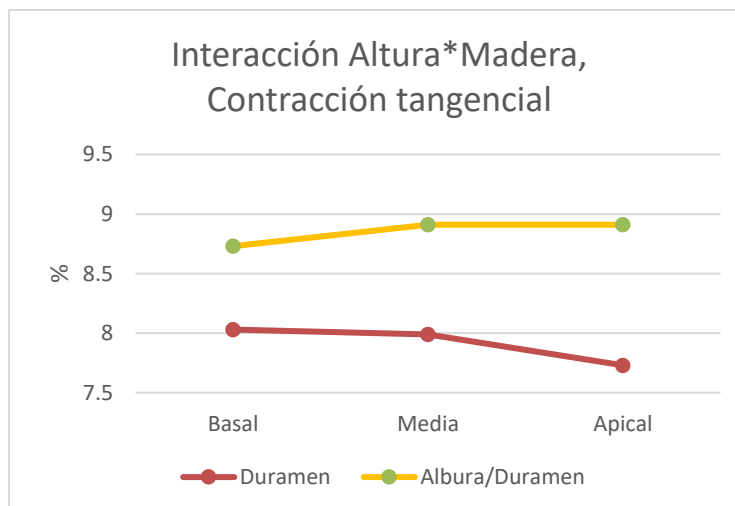
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.67	11	0.7	0.54	0.823
Altura	0.05	2	0.03	0.07	0.9374
Altura*Arbol	1.58	4	0.4	0.31	0.8644
Arbol	1.94	2	0.97	0.75	0.5125
Tipo	3.93	1	3.93	3.03	0.1322
Altura*Tipo	0.17	2	0.09	0.07	0.9369
Error	7.77	6	1.3		
Total	15.44	17			

El ANDEVA muestra que no hay diferencias significativas a lo largo y ancho del fuste, por lo que se concluye que la contracción tangencial de la madera de *L. castilloi* es semejante a lo largo del fuste y en los diferentes árboles estudiados.



**Figura 7. Contracción tangencial de la madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*árbol.**

Aunque no hay interacción estadísticamente significativa entre altura\*árbol, al momento de elaborar la gráfica se observa que los árboles 2 y 3 se comportan de manera similar en la sección media y apical. Los tres árboles tienen un comportamiento semejante en la sección apical.

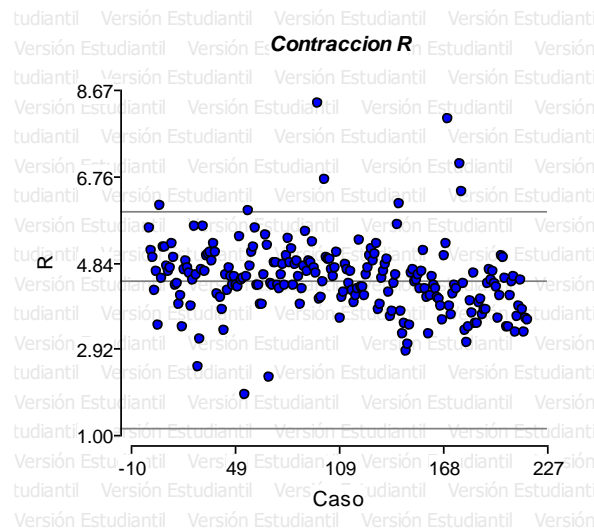


**Figura 8. Contracción tangencial por tipo de madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*madera.**

La gráfica muestra que el fuste de los árboles tiene un comportamiento semejante, lo cual es comprobado con el ANDEVA.



### Contracción Radial



**Figura 9. Diagrama de dispersión de la contracción radial de la madera de *L. castilloi*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 4.45, Desviación estándar: 0.8, Límite superior: 5.96, Límite Inferior: 1.16, sin embargo, se pueden observar puntos fuera de los límites definidos siendo considerados como datos atípicos.

**Cuadro 8. Análisis de la Varianza (SC tipo III) contracción radial *L. castilloi*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.47	11	0.13	0.7	0.7116
Altura	0.18	2	0.09	3.75	0.1209
Altura*Arbol	0.1	4	0.02	0.13	0.9663
Arbol	0.89	2	0.45	2.34	0.1778
Tipo	0.29	1	0.29	1.53	0.2625
Altura*Tipo	0.01	2	3.20E-03	0.02	0.9835
Error	1.14	6	0.19		
Total	2.61	17			

El ANDEVA del cuadro 6 muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre alturas, albura/duramen ni hay interacciones; por lo cual, se puede concluir que la contracción radial de la madera de *L. castilloi* es uniforme a lo largo y ancho del fuste.



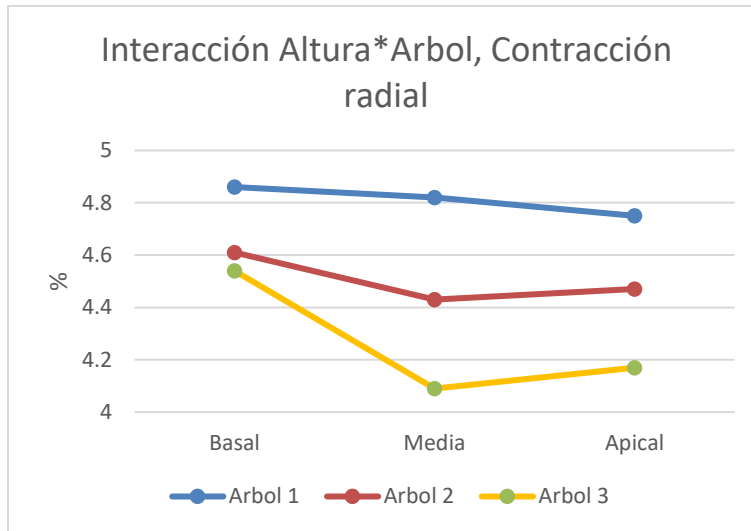


Figura 10. contracción radial de la madera de *L. castilloi* en función de la interacción altura\*árbol.

La gráfica anterior muestra que hay uniformidad en la contracción radial, a lo ancho y largo del fuste.

### *Astronium graveolens* Jacq.,

#### Análisis estadístico de la Densidad Básica

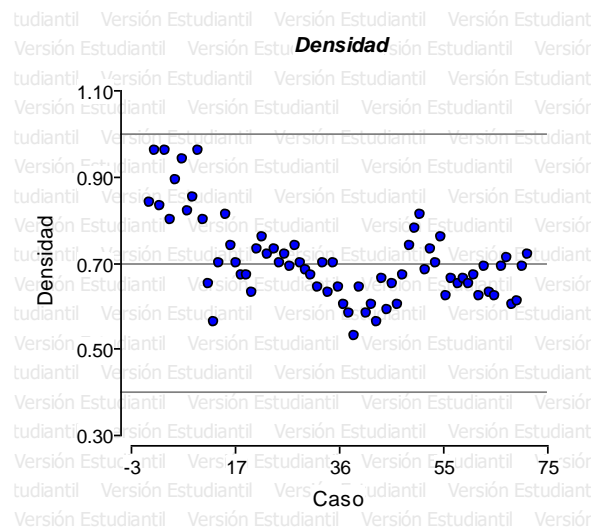


Figura 11. Diagrama de dispersión de la densidad básica de la madera de *A. graveolens*.

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.7, Desviación estándar: 0.10, Limite Superior: 1, Límite Inferior: 0.4



**Cuadro 9. Análisis de la Varianza (SC tipo I) densidad básica *A. graveolens*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.13	14	0.01	12.9	0.0011
Altura	0.05	2	0.03	7.99	0.0401
Altura*Arbol	0.01	4	3.30E-03	4.72	0.0366
Arbol	0.05	2	0.03	36.87	0.0002
Tipo	5.00E-03	2	2.50E-03	3.54	0.0866
Altura*Tipo	3.80E-03	4	9.50E-04	1.36	0.3387
Error	4.90E-03	7	7.00E-04		
Total	0.13	21			

Se puede observar que existen diferencias significativas entre la densidad básica de la madera a diferentes alturas y entre árboles. No hay diferencias significativas entre la densidad básica del duramen, la albura y probetas mixtas que presentan albura y duramen. El ANDEVA muestra interacción entre las variables altura x árbol.

**Cuadro 10. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *A. graveolens* en función de la altura.**

Altura	Media	Desviación Estándar	Fisher	Tukey
Basal	0.74	0.08	A	A
Media	0.63	0.05	B	AB
Apical	0.65	0.05	B	B

Según la comparación de medias, la densidad básica de la madera de *A. graveolens* es significativamente mayor en la sección basal, que en las secciones media y apical, que son similares estadísticamente. En parte se explica porque la sección basal presenta una porción importante de madera más antigua con respecto a las otras dos alturas.

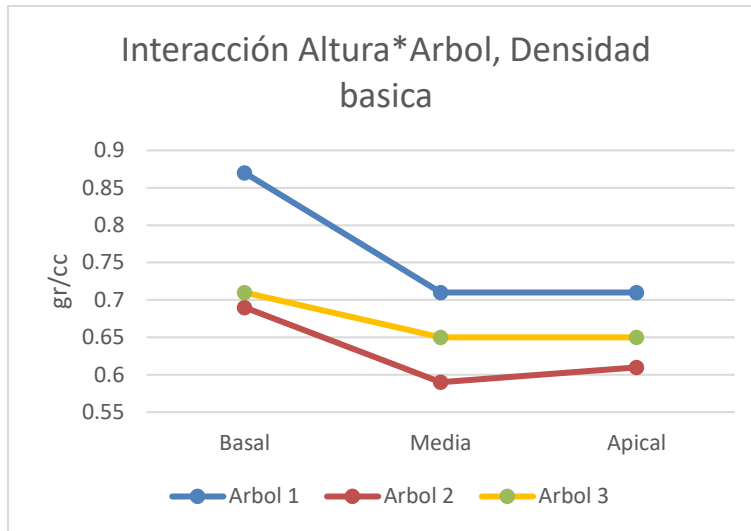


Figura 12. Densidad básica de la madera de *A. graveolens*, en la interacción de altura x árbol.

Cuando se grafican las medias respectivas, el duramen y la albura muestran una tendencia similar; sin embargo, las probetas mixtas (albura/duramen) muestran una tendencia ligeramente diferente, especialmente en la base de los árboles.

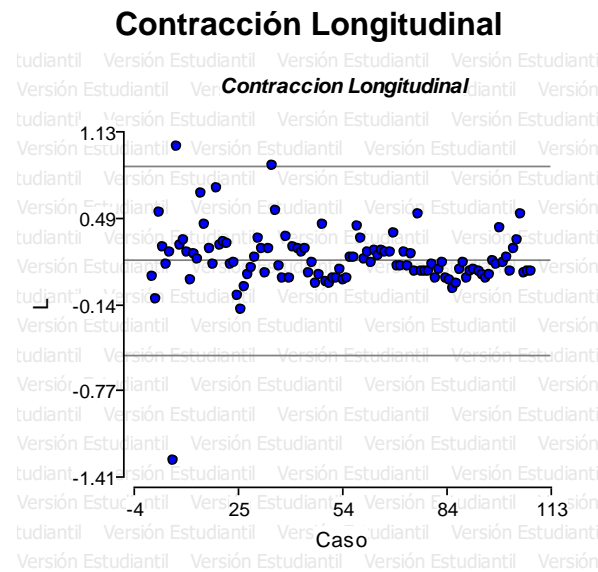


Figura 13. Diagrama de dispersión de la contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens*.

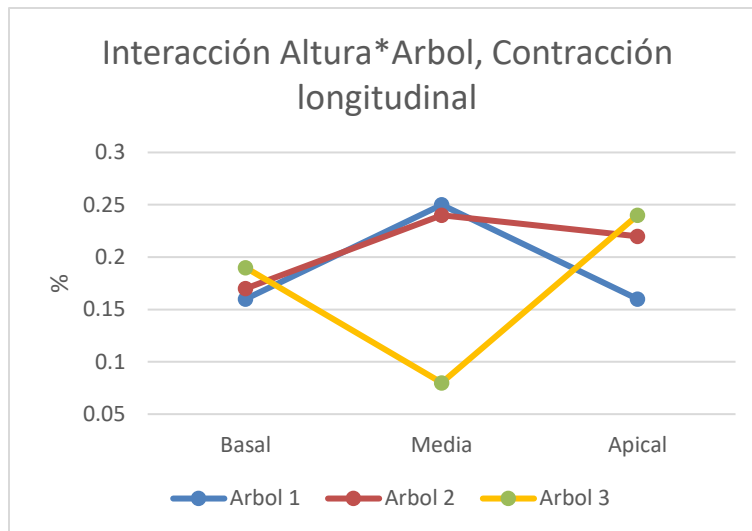
Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.18, Desviación estándar: 0.23, Límite superior: 0.87, Límite Inferior: -0.51, además de puntos fuera de los límites llamados datos atípicos.



**Cuadro 11. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción longitudinal *A. graveolens*.**

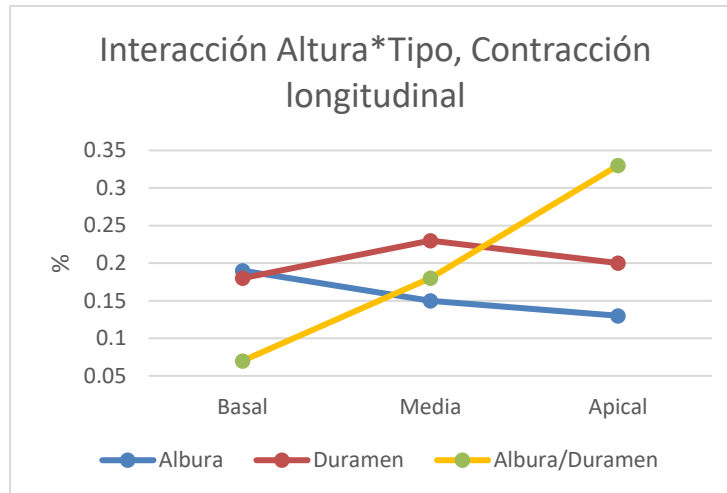
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.15	14	0.01	2.46	0.0889
Altura	4.90E-03	2	2.50E-03	0.16	0.8582
Altura*Arbol	0.06	4	0.02	3.52	0.0539
Arbol	0.01	2	2.70E-03	0.63	0.5563
Tipo	0.01	2	0.01	1.57	0.2596
Altura*Tipo	0.06	4	0.02	3.71	0.0475
Error	0.04	9	4.40E-03		
Total	0.19	23			

El ANDEVA muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en las siguientes variables: Altura, Árbol y Tipo. Lo cual se explica así: La contracción longitudinal de la madera es uniforme a lo largo del fuste de los árboles. Así también, es uniforme entre los árboles y en la albura y el duramen.



**Figura 14. Contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens* en la interacción de altura x árbol.**

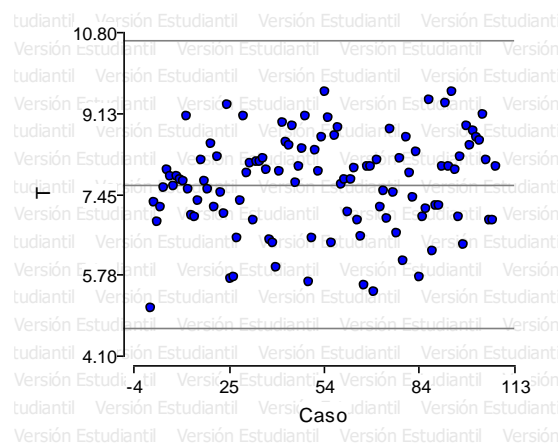
La interacción altura\*árbol se explica principalmente por el comportamiento de la contracción longitudinal en la parte media del árbol 3. Este árbol también muestra medias ligeramente más altas en las secciones basal y apical del árbol, que en los otros dos. Eso termina de explicar la interacción.



**Figura 15. Contracción longitudinal de la madera de *A. graveolens* en la interacción de altura x madera.**

La interacción altura del árbol x tipo de madera es interesante, pues al analizar los datos, se determina lo siguiente: las probetas que contienen albura y duramen son las más inestables, al presentar los valores más variables, en un rango de 0.07 a 0.33%. Las probetas de albura son más estables, sus valores oscilan en un rango de 0.13 a 0.19%, mostrando un leve descenso desde la parte basal hacia la parte apical de los árboles. El duramen también es bastante estable, variando en un rango de 0.18% en la base, 0.23% en la sección media y 0.20% en la sección apical.

### Contracción Tangencial



**Figura 16. Diagrama de dispersión de la contracción tangencial de la madera de *A. graveolens*.**

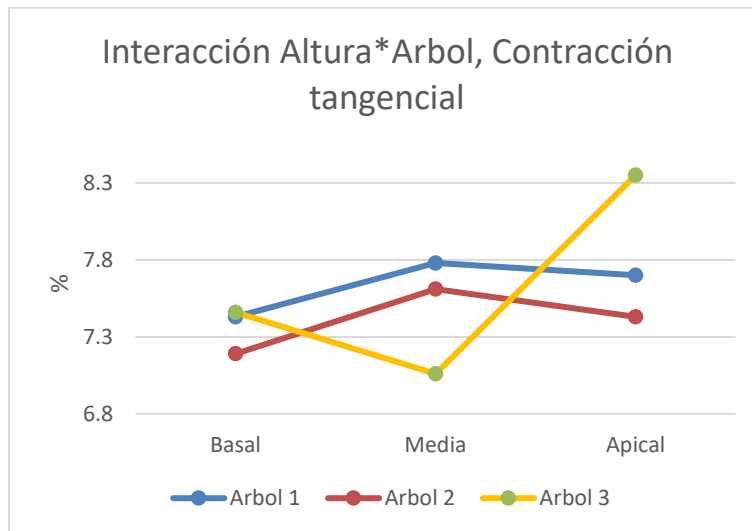
Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 7.65, Desviación estándar: 0.99, Límite superior: 10.62, Límite Inferior: 4.68



**Cuadro 12. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción tangencial *A. graveolens*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.79	14	0.56	1.06	0.4832
Altura	1.09	2	0.54	1.17	0.3984
Altura*Arbol	1.86	4	0.47	0.88	0.5113
Arbol	0.24	2	0.12	0.23	0.7993
Tipo	3.29	2	1.65	3.12	0.0934
Altura*Tipo	1.3	4	0.33	0.62	0.6611
Error	4.75	9	0.53		
Total	12.54	23			

El ANDEVA muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en las variables de altura, tipo de madera y árboles. Por lo cual se infiere que la contracción tangencial de la madera de *A. graveolens* es uniforme a lo largo del fuste de los árboles, entre árboles y su comportamiento es semejante en albura y duramen.

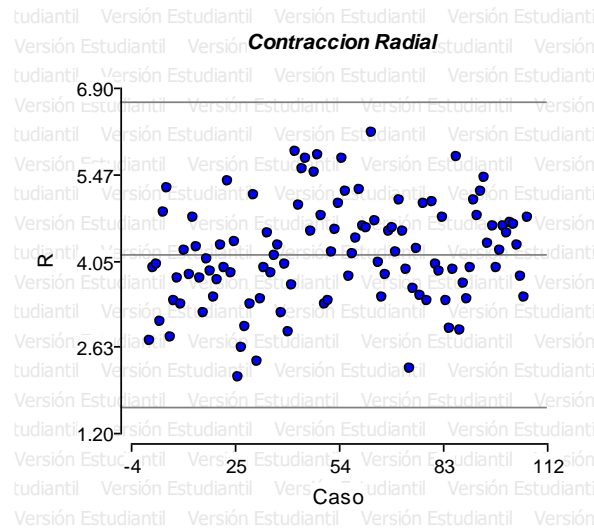


**Figura 17. Contracción tangencial de la madera de *A. graveolens*, en la interacción de altura x árbol**

Se observa que la contracción tangencial de la madera se comporta de manera similar en los árboles 1 y 2; siendo el árbol 3 el que difiere del resto, especialmente en sus secciones media y apical.



### Contracción Radial



**Figura 18. Diagrama de dispersión de contracción radial de la madera de *A. graveolens*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 4.16, Desviación estándar: 0.84, Límite superior: 6.68, Límite Inferior: 1.64

**Cuadro 13. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción radial *A. graveolens*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.08	14	0.65	3.8	0.025
Altura	0.45	2	0.23	0.32	0.7459
Altura*Arbol	2.85	4	0.71	4.18	0.0348
Arbol	1.1	2	0.55	3.21	0.0884
Tipo	4.31	2	2.16	12.64	0.0024
Altura*Tipo	0.36	4	0.09	0.53	0.7154
Error	1.54	9	0.17		
Total	10.61	23			

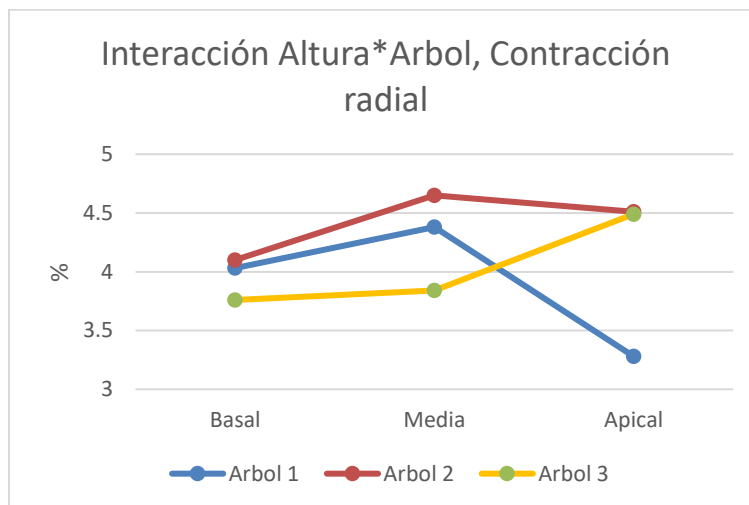
El ANDEVA muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre tipos de madera (duramen, albura y probetas mixtas). También muestra que hay homogeneidad en los valores de contracción radial a lo largo del fuste de los árboles y entre los 3 árboles estudiados. Se observa interacción entre altura\*árbol, la cual se debe a que, en las secciones basal y media de los árboles., la contracción muestra una tendencia semejante que aumenta de la base hacia la sección media, pero la sección apical de los árboles 2 y 3 muestra una tendencia más bien errática.



**Cuadro 14. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *A. graveolens* en función del tipo de madera.**

Tipo	Medias	Desv, Est.	Fisher/Tukey
Albura	4.65	0.37	A
Duramen	3.85	0.45	B
Mixto	3.71	0.86	B

La comparación de medias muestra que la contracción radial es significativamente mayor en la albura que en el duramen o en probetas mixtas (duramen/albura). Estas últimas dos presentan valores estadísticamente similares. Comparativamente, mientras el duramen y la madera mixta (duramen/albura) presentan valores de contracción medios y más estables, la contracción radial de la albura es alta, según la clasificación de Benítez, lo cual significa que es una madera menos estable y que requiere mayor cuidado al secarse, para evitar defectos (rajaduras, grietas, alabeos o torceduras).



**Figura 19. Grafica de interacción altura x árbol de la madera de *A. graveolens*.**

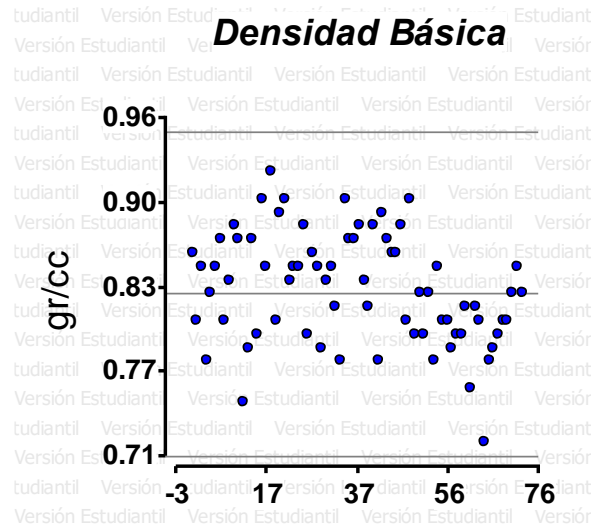
Se observa el comportamiento de la contracción radial de los árboles en función de la altura, destacando que el comportamiento de los árboles 2 y 3 es muy similar al del árbol 1, especialmente en la parte apical.





## *Platymiscium yucatanum* Standl.

### Análisis estadístico de la Densidad Básica



**Figura 20. Diagrama de dispersión de la densidad básica de la madera de *P. yucatanum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.83, Límite superior: 0.95, Límite inferior: 0.71.

**Cuadro 15. Análisis de la Varianza (SC tipo III), densidad básica *P. yucatanum*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	11	1.50E-03	6.11	0.0185
Altura	3.10E-03	2	1.60E-03	3.33	0.1408
Altura*Arbol	1.90E-03	4	4.70E-04	1.98	0.2173
Arbol	0.01	2	3.00E-03	12.58	0.0071
Tipo	3.50E-03	1	3.50E-03	14.53	0.0088
Altura*Tipo	1.50E-03	2	7.70E-04	3.23	0.1115
Error	1.40E-03	6	2.40E-04		
Total	0.02	17			

Como resultado estadístico de los factores evaluados con un coeficiente de variación del 1.86% el ANDEVA muestra diferencias altamente significativas en las variables Tipo y entre árboles. Mientras que en las tres alturas no se encuentre diferencia significativa.

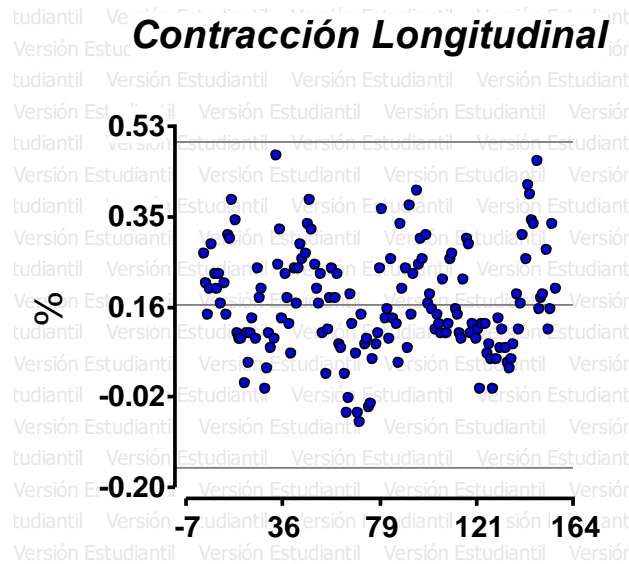


**Cuadro 16. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *P. yucatanum* en función de tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Duramen	0.84	0.03	A
Mixto	0.82	0.03	B

La densidad básica de la madera de duramen es estadísticamente diferente a la madera mixta de albura/duramen de la especie *Platymiscium yucatanum*. Tanto la madera de duramen y albura/duramen se clasifica como excesivamente pesada, según Benítez Ramos R.F; Montesinos Lagos J.L. (1998), debido a que se encuentre en el rango de 0.72gr/cc a 0.86gr/cc.

### Contracción longitudinal



**Figura 21. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.17, Límite Superior: 0.5, Límite Inferior: -0.16.



**Cuadro 17. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal *P. yucatanum*.**

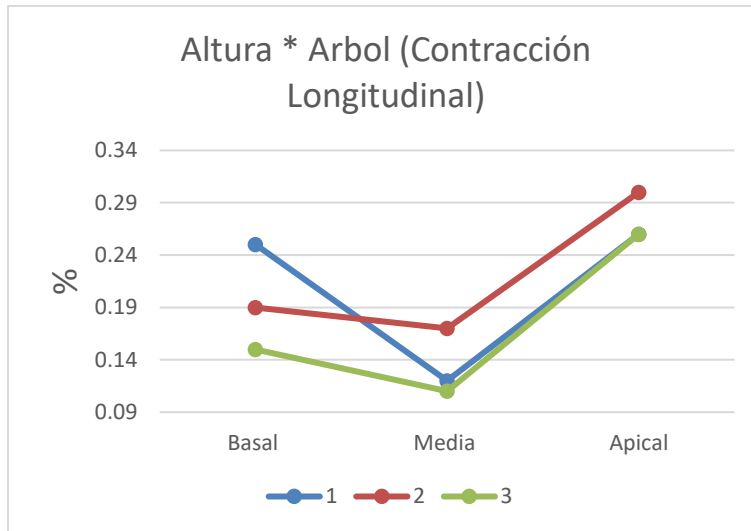
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.1	11	0.01	2.5	0.136
Altura	0.06	2	0.03	12.15	0.02
Altura*Arbol	0.01	4	2.40E-03	0.69	0.6257
Arbol	0.01	2	3.40E-03	0.98	0.429
Tipo	0.02	1	0.02	5.88	0.0515
Altura*Tipo	5.80E-04	2	2.90E-04	0.08	0.9222
Error	0.02	6	3.50E-03		
Total	0.12	17			

Del Análisis de Varianza se infiere lo siguiente: La madera de *P. yucatanum* presenta una contracción longitudinal estadísticamente variable a lo largo del fuste y también a lo ancho, siendo mucho más variable a lo largo.

**Cuadro 18. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum*, en función de la altura.**

Altura	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Apical	0.27	0.05	A
Media	0.13	0.06	B
Basal	0.2	0.07	AB

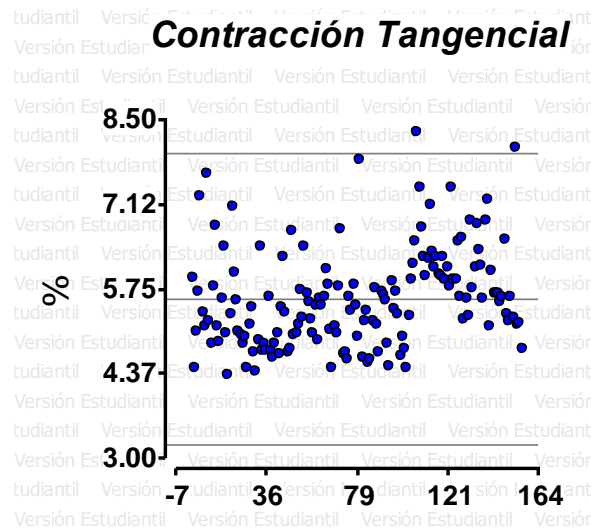
Se observa el comportamiento con una diferencia bien marcada entre las diferentes alturas, dando como resultado la mayor contracción en la parte apical, seguida de la parte media y por último la parte basal.



**Figura 22. Contracción longitudinal de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura x árbol**

El comportamiento de la contracción longitudinal en la altura basal y media es diferente, mientras que en la altura apical los árboles 1 y 3 son iguales, el segundo árbol difiere un poco. Por lo cual se hace evidente la diferencia significativa.

### Contracción tangencial



**Figura 23. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 5.6, Límite superior: 7.97, Límite inferior: 3.23, además de puntos fuera de los límites llamados datos atípicos.



**Cuadro 19. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial *P. yucatanum*.**

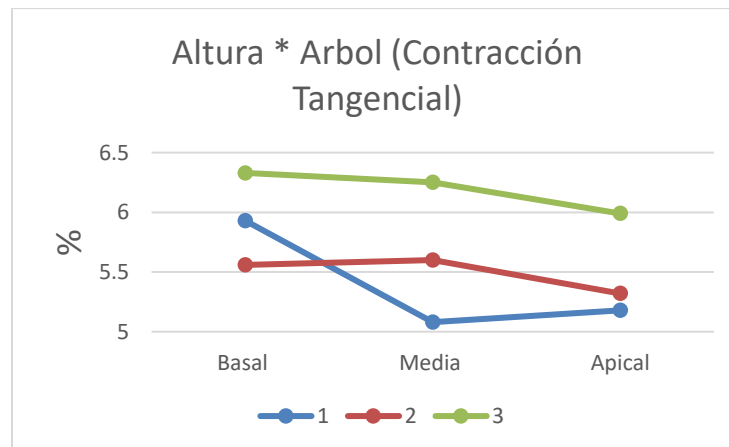
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.23	11	0.38	2.8	0.1086
Altura	0.61	2	0.3	2.6	0.1888
Altura*Arbol	0.47	4	0.12	0.85	0.5425
Arbol	2.25	2	1.12	8.19	0.0193
Tipo	0.85	1	0.85	6.23	0.0468
Altura*Tipo	0.06	2	0.03	0.2	0.8224
Error	0.82	6	0.14		
Total	5.05	17			

El ANDEVA muestra que no hay diferencias significativas a lo largo del fuste, mientras que a lo ancho si existe diferencia significativa en la contracción tangencial de los cubos de duramen propiamente dicho, versus los cubos que presentan duramen y albura.

**Cuadro 20. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Mixto	5.91	0.57	A
Duramen	5.47	0.45	B

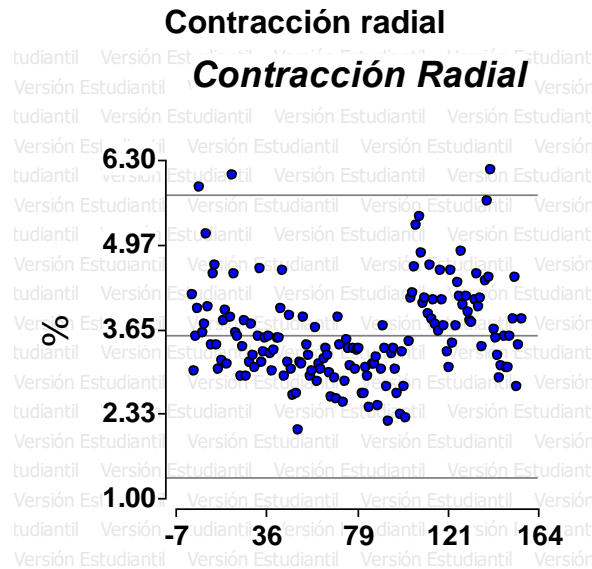
Se observa en la comparación de medias que evidentemente como se había determinado en el ANDEVA, la madera de mixto (albura-duramen) tiene una media mayor a la madera de duramen, tendiendo a ser más propensa a defectos durante los periodos de secado.



**Figura 24. Contracción tangencial de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura\* árbol.**



Aunque no hay interacción estadísticamente significativa entre altura\*árbol, al elaborar la gráfica se observa que los árboles 2 y 3 se comportan de manera similar; al igual que la parte apical del árbol 1, mientras que, la sección media del árbol 1 tienen un comportamiento ligeramente diferente y la sección basal se aparta más del patrón general.



**Figura 25. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *P. yucatanum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 3.55, Límite superior: 5.77, Límite inferior: 1.33, y puntos fuera de los limites llamados datos atípicos.

**Cuadro 21. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción radial *P. yucatanum*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.3	11	0.3	11.58	0.0035
Altura	0.23	2	0.11	4.3	0.1009
Altura*Arbol	0.11	4	0.03	1.03	0.4617
Arbol	2.7	2	1.35	52.23	0.0002
Tipo	0.2	1	0.2	7.67	0.0325
Altura*Tipo	0.06	2	0.03	1.14	0.3811
Error	0.16	6	0.03		
Total	3.45	17			

El ANDEVA muestra que hay diferencias estadísticamente significativas en el tipo de madera y entre árboles, mientras que a lo largo del fuste no hay diferencia



significativa; por lo cual, se puede concluir que la contracción radial de la madera de *P. yucatanum* es uniforme a lo largo del fuste.

**Cuadro 22. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *P. yucatanum*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fihser/Tukey
Mixto	3.72	0.42	A
Duramen	3.51	0.48	B

Se puede observar que, en la comparación de medias, la madera de las probetas que contiene mixto (albura-duramen) tiene una media mayor a la madera de duramen, dejándola propensa a sufrir defectos durante los periodos de secado.

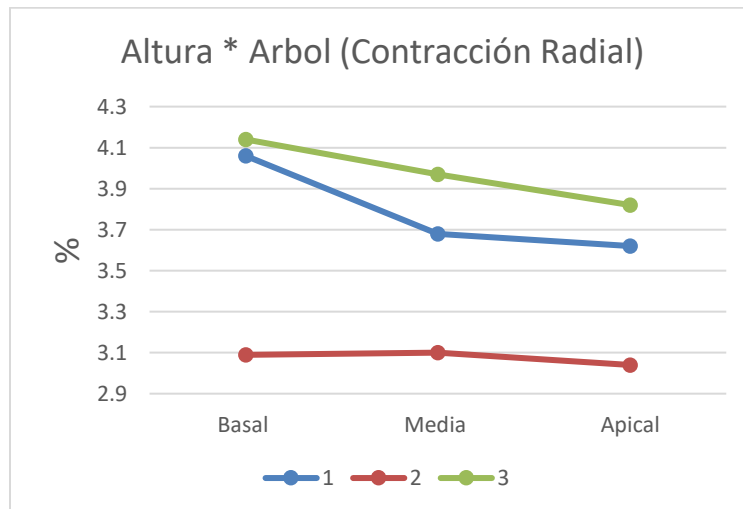


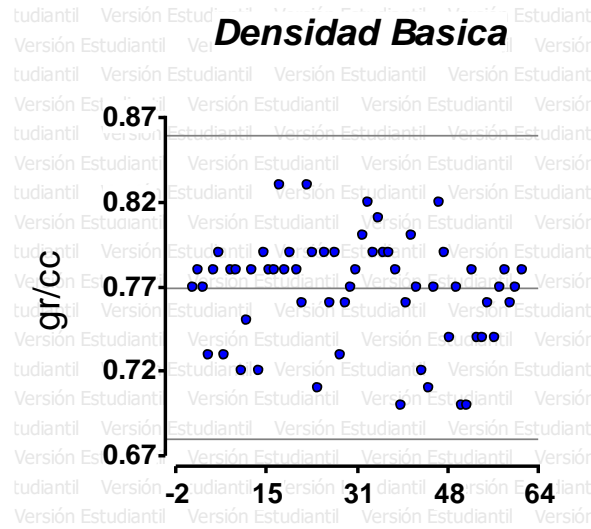
Figura 26. Contracción radial de la madera de *P. yucatanum* en la interacción de altura\* árbol.

Al graficar las medias, se comprueba que no hay interacciones entre altura y árboles respecto a la contracción radial y el comportamiento es similar.



***Dalbergia retusa* var. *cuscatlanica* Standl.**

**Análisis estadístico de la Densidad Básica**



**Figura 27. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *D. reutsa* var. *cuscatlanica*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media: 0.77, Límite superior: 0.86, Límite inferior: 0.68.

**Cuadro 23. Análisis de la Varianza (SC tipo III), densidad básica *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	5	1.00E-03	6.23	0.1441
Altura	1.10E-04	1	1.10E-04	1	0.5
Altura*Arbol	1.10E-04	1	1.10E-04	0.69	0.4929
Arbol	6.10E-04	1	6.10E-04	3.77	0.1917
Tipo	3.60E-03	1	3.60E-03	22.23	0.0422
Altura*Tipo	6.10E-04	1	6.10E-04	3.77	0.1917
Error	3.20E-04	2	1.60E-04		
Total	0.01	7			

El ANDEVA muestra diferencias significativas en el tipo de madera (duramen y albura), cabe destacar que en las otras variables evaluadas no hay diferencia significativa, por lo que se concluye que la densidad básica se comporta uniforme a lo largo del fuste.

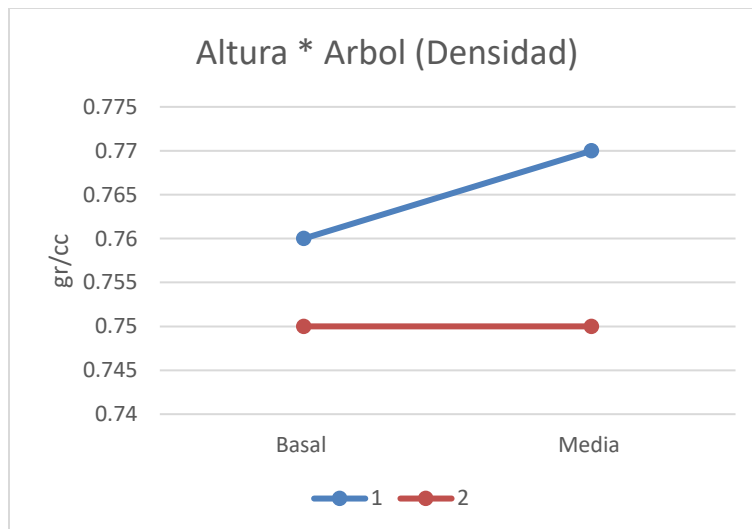




**Cuadro 24. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fihser/Tukey
Mixto	0.78	0.02	A
Duramen	0.73	0.02	B

Se observa en la comparación de medias, que la madera de las probetas que presentan mixto (albura-duramen) tienen una media ligeramente superior a la madera de duramen, pudiendo así ambas presentar defectos durante los periodos de secado.

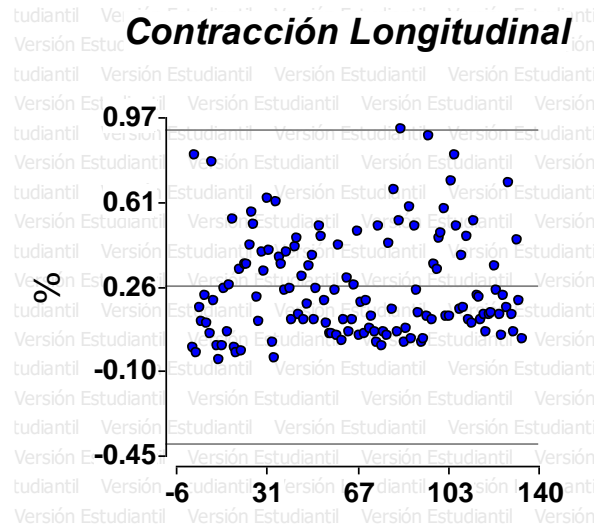


**Figura 28. Densidad básica de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica* en la interacción de altura\* árbol.**

Se observa que no hay interacción entre las variables altura x árbol, el árbol 2 tiene un comportamiento uniforme en ambas alturas y el árbol 1 tiende a ser más denso con forme sube su altura.



## Contracción longitudinal



**Figura 29. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.26. Lim. Superior; 0.92. Lim. Inferior; -0.40.

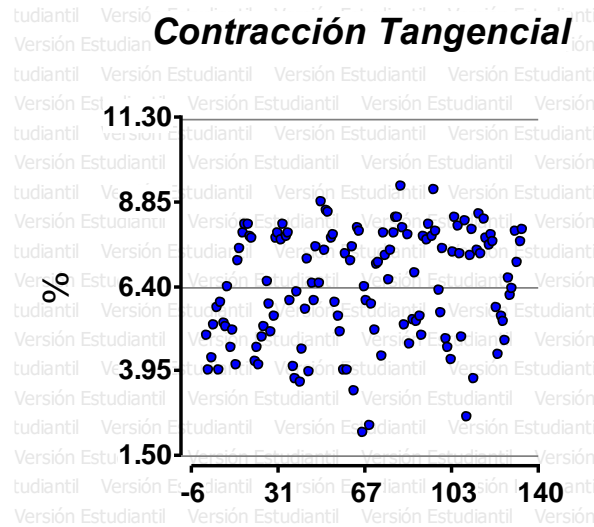
**Cuadro 25. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción longitudinal *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	7	2.70E-03	0.32	0.9078
Altura	6.80E-04	1	6.80E-04	1	0.5
Altura*Arbol	6.80E-04	1	6.80E-04	0.08	0.7893
Arbol	1.40E-03	1	1.40E-03	0.17	0.701
Tipo	0.01	2	0.01	0.75	0.5301
Altura*Tipo	3.70E-03	2	1.80E-03	0.22	0.8111
Error	0.03	4	0.01		
Total	0.05	11			

El análisis estadístico de varianza (ANDEVA) refleja que no existe diferencia significativa en ninguna de las variables evaluadas, lo que indica que el comportamiento de la contracción de la madera a lo largo y ancho del fuste es de manera homogénea.



## Contracción tangencial



**Figura 30. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 6.38. Lim. Superior; 11.24. Lim. Inferior; 1.52.

**Cuadro 26. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción tangencial *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.83	7	2.4	11.12	0.0173
Altura	0.24	1	0.24	3.16	0.326
Altura*Arbol	0.08	1	0.08	0.35	0.587
Arbol	0.24	1	0.24	1.13	0.3482
Tipo	15.91	2	7.96	36.81	0.0027
Altura*Tipo	0.36	2	0.18	0.84	0.4974
Error	0.86	4	0.22		
Total	17.7	11			

Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA), muestra que no existe diferencia significativa a lo largo del fuste. En el caso del tipo de madera (albura, duramen y albura-duramen), si presenta diferencia significativa el porcentaje de contracción tangencial.

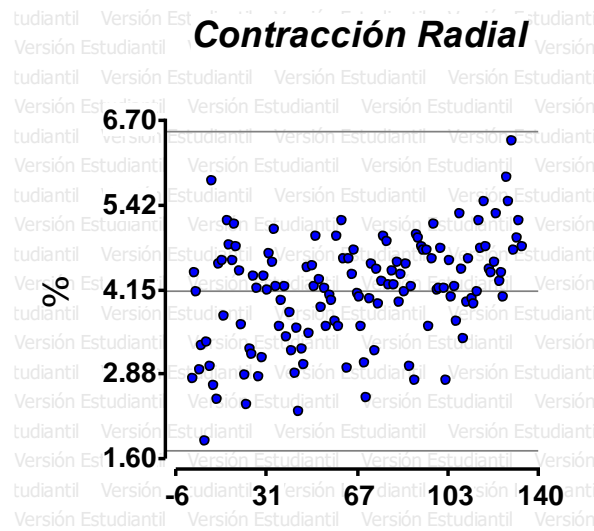


**Cuadro 27. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Albura	7.98	0.24	A
Duramen	5.28	0.66	B
Mixto	5.92	0.33	B

Se observa en la comparación de medias que la madera de las probetas que presentan albura es mayor en comparación de la madera de duramen y mixto (albura-duramen), siendo la de albura la que esta propensa a presentar defectos físicos durante el proceso de secado.

### Contracción radial



**Figura 31. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 4.13. Lim. Superior; 6.53. Lim. Inferior; 1.73.



**Cuadro 28. Análisis de la Varianza (SC tipo III), contracción radial *D. retusa* var. *cuscatlanica*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.73	7	0.39	11.35	0.0167
Altura	0.25	1	0.25	3.21	0.3241
Altura*Arbol	0.08	1	0.08	2.24	0.2089
Arbol	0.58	1	0.58	16.93	0.0147
Tipo	1.72	2	0.86	25.09	0.0054
Altura*Tipo	0.1	2	0.05	1.46	0.334
Error	0.14	4	0.03		
Total	2.86	11			

Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA), muestra que existe diferencia significativa en el tipo de madera (albura, duramen y albura-duramen) y entre árboles, lo que indica que el comportamiento de la madera al contraerse en el plano radial es variable, sin embargo, a lo largo del fuste la contracción es uniforme.

**Cuadro 29. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *D. retusa* var. *cuscatlanica*, en función del tipo de madera.**

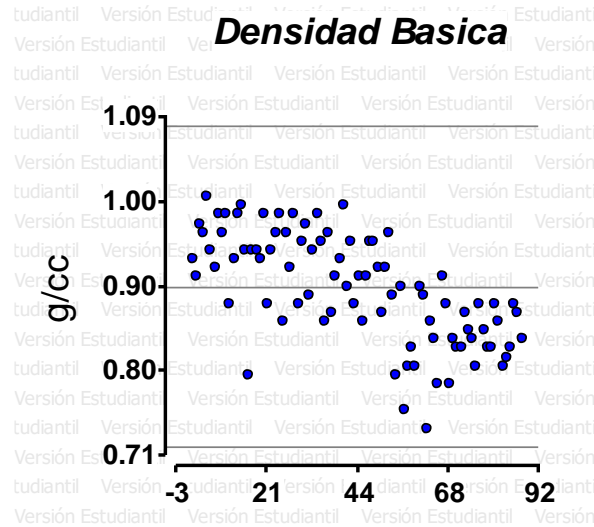
Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Albura	4.63	0.23	A
Duramen	3.73	0.46	B
Mixto	3.99	0.35	B

Se observa en la comparación de medias que las probetas que presentan madera de albura tienen mayor porcentaje de contracción que la madera de duramen y mixto (albura-duramen), por ende, la madera de albura tiende a ser más propensa a sufrir defectos físicos durante los procesos de secado.



## *Dalbergia calderonii* Standl.

### Análisis estadístico de la Densidad Básica



**Figura 32. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *D. calderonii*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.9, Lim. Superior; 1.08, Lim. Inferior; 0.72.

**Cuadro 30. Análisis de la Varianza (SC tipo I), densidad básica *D. calderonii*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	7	4.00E-03	4.79	0.1128
Altura	1.70E-03	1	1.70E-03	0.42	0.6348
Altura*Arbol	4.10E-03	1	4.10E-03	4.84	0.1153
Arbol	1.70E-03	1	1.70E-03	1.97	0.2547
Tipo	0.02	2	0.01	11.29	0.0402
Altura*Tipo	1.80E-03	2	9.00E-04	1.06	0.4479
Error	2.50E-03	3	8.40E-04		
Total	0.03	10			

Se puede observar que existe una ligera diferencia significativa entre la densidad básica del duramen, la albura y probetas mixtas que presentan albura y duramen. No hay diferencias significativas entre la densidad básica entre árboles, y entre alturas. El ANDEVA muestra que no hay interacción entre las variables Altura\*Árbol y Altura\*Tipo.

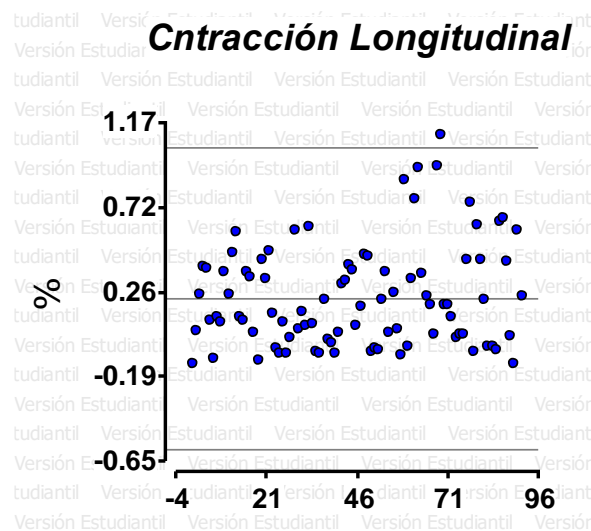


**Cuadro 31. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *D. calderonii*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Duramen	0.94	0.03	A
Mixto	0.9	0.04	AB
Albura	0.83	0.04	B

Según la comparación de medias de la densidad básica de *D. calderonii* es significativamente mayor en la madera de Duramen, seguida de la madera mixta (albura/duramen) y por último la madera de Albura. En parte se explica porque el Duramen presenta una porción importante de madera más antigua y compacta en comparación de los otros dos tipos.

### Contracción longitudinal



**Figura 33. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii*.**

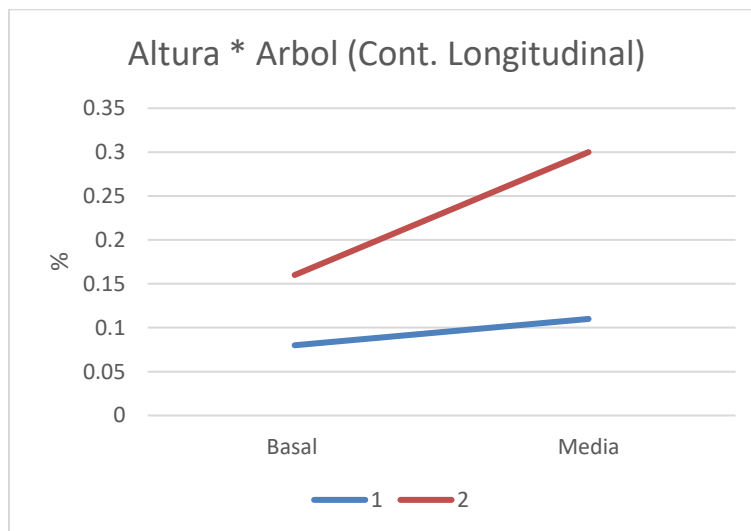
Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.23, Lim. Superior; 1.04, Lim. Inferior; -0.58, y un punto fuera de los limites llamado dato atípico.



**Cuadro 32. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción longitudinal *D. calderonii*.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.25	7	0.04	16.65	0.0208
Altura	0.03	1	0.03	6.19	0.2433
Altura*Arbol	4.60E-03	1	4.60E-03	2.18	0.2365
Arbol	0.05	1	0.05	23.35	0.0169
Tipo	0.02	2	0.01	5.67	0.0957
Altura*Tipo	0.14	2	0.07	33.09	0.009
Error	0.01	3	2.10E-03		
Total	0.26	10			

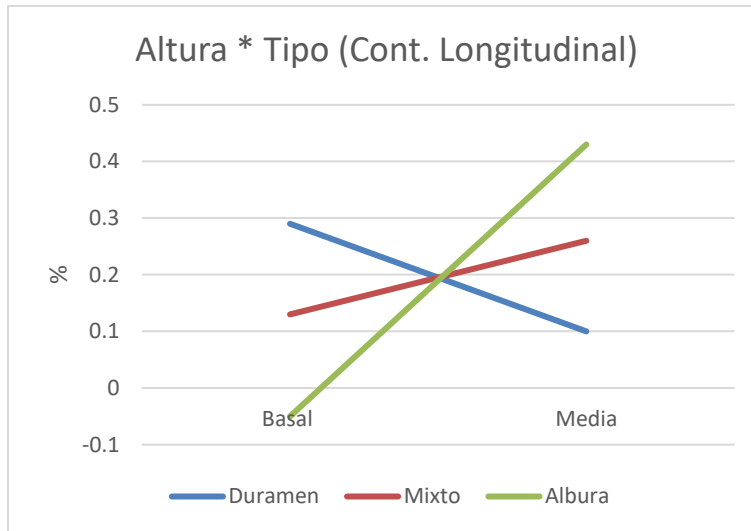
El ANDEVA muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable *Árbol*, y entre la interacción altura\*tipo.



**Figura 34. Contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii* en la interacción de altura x árbol.**

La interacción altura\*árbol se explica principalmente por el comportamiento de la contracción longitudinal del árbol 2. Este árbol también muestra medias ligeramente más altas en la sección media, en contraste con el árbol 1 ya que este muestra una contracción mucho más uniforme.

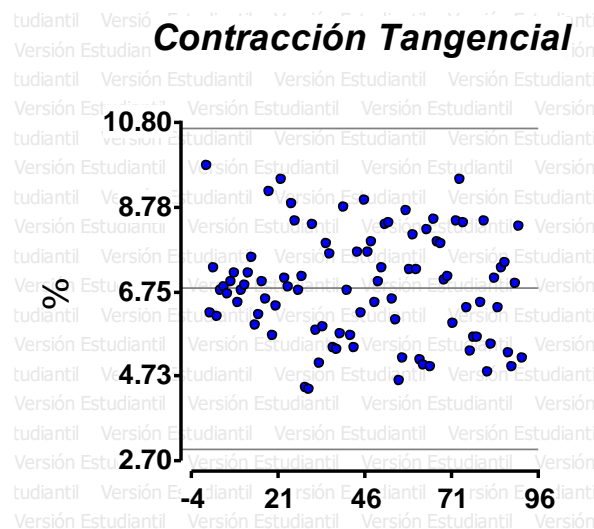




**Figura 35. Contracción longitudinal de la madera de *D. calderonii* en la interacción de altura x tipo.**

La interacción altura del árbol x tipo de madera es interesante, pues al analizar los datos se determina lo siguiente: las probetas que contienen albura son las más inestables, al presentar los valores más variables, en un rango de -0.05 a 0.43%. Las probetas de Albura/Duramen y Duramen son más estables, sus valores oscilan en un rango de  $\pm 0.15$  en promedio para ambos datos.

### Contracción tangencial



**Figura 36. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *D. calderonii*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 6.85, Lim. Superior; 10.69, Lim. Inferior; 3.01.



**Cuadro 33. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción tangencial *D. calderonii*.**

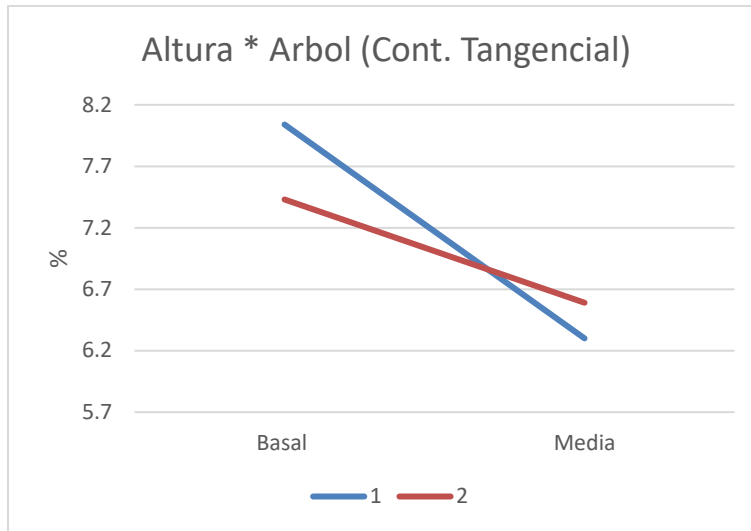
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.15	7	2.02	8.31	0.0548
Altura	4.39	1	4.39	7.4	0.2242
Altura*Arbol	0.59	1	0.59	2.43	0.2166
Arbol	0.07	1	0.07	0.28	0.6348
Tipo	9.07	2	4.54	18.63	0.0203
Altura*Tipo	0.03	2	0.02	0.07	0.9344
Error	0.73	3	0.24		
Total	14.88	10			

El ANDEVA muestra que hay diferencia estadísticamente significativa en la variable de tipo de madera. Por lo cual se infiere que la contracción tangencial de la madera de *D. calderonii* es uniforme a lo largo del fuste de los árboles, y entre árboles, pero no es semejante entre albura y duramen.

**Cuadro 34. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *D. calderonii*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Albura	8.7	1	A
Duramen	6.25	0.63	B
Mixto	6.93	0.58	B

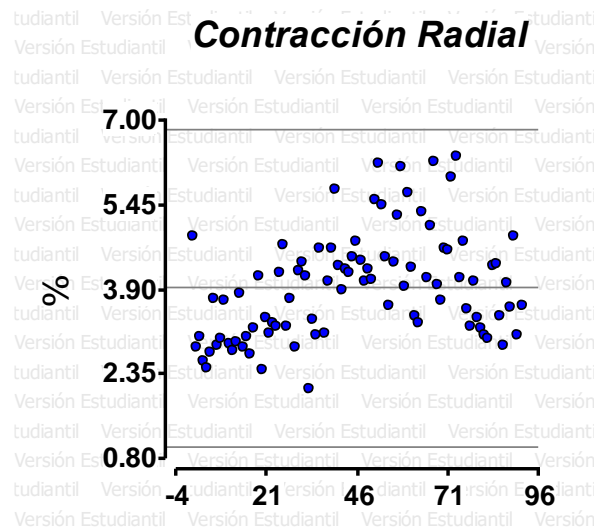
Se puede observar en la comparación de medias que las probetas que presentan madera de albura tienen una media de contracción mayor a las que presentan duramen y mixto (albura-duramen) respectivamente, lo cual indica que estas son propensas a presentar defectos físicos durante el proceso de secado.



**Figura 37. Contracción tangencial de la madera de *D. calderonii*, en la interacción de altura x árbol.**

La figura 8 muestra que la contracción tangencial de la madera se comporta de manera similar en los árboles 1 y 2; tendiendo a mayor porcentaje en la parte basal y menor en la parte media.

### Contracción radial



**Figura 38. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *D. calderonii*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 3.94, Lim. Superior; 6.85, Lim. Inferior; 1.03.



**Cuadro 35. Análisis de la Varianza (SC tipo I), contracción radial *D. calderonii*.**

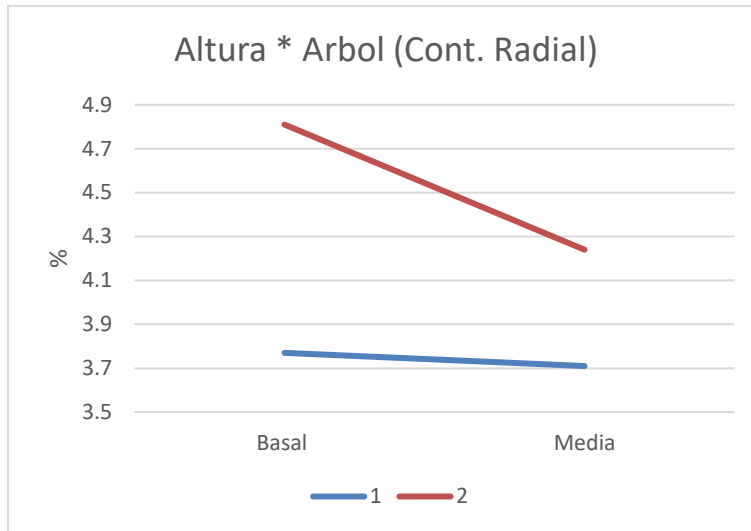
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.73	7	0.96	97.94	0.0016
Altura	0.19	1	0.19	0.62	0.5745
Altura*Arbol	0.31	1	0.31	31.47	0.0112
Arbol	1.65	1	1.65	167.85	0.001
Tipo	4.5	2	2.25	229.26	0.0005
Altura*Tipo	0.08	2	0.04	4.06	0.14
Error	0.03	3	0.01		
Total	6.76	10			

El ANDEVA muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre tipos de madera (duramen, albura y probetas mixtas) y entre árboles. También muestra que hay diferencia estadísticamente significativa entre la interacción altura\*árbol.

**Cuadro 36. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *D. calderonii*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey		
Duramen	3.57	0.5			C
Mixto	3.98	0.41		B	
Albura	5.24	0.49	A		

La comparación de medias muestra que la contracción radial es significativamente mayor en la albura que en el duramen o en probetas mixtas (albura/duramen). Estas últimas dos presentan valores estadísticamente similares. Comparativamente, mientras el duramen y la madera mixta (albura/duramen) presentan valores de contracción medios y más estables, la contracción radial de la albura es muy alta, según la clasificación de Benítez, lo cual significa que es una madera menos estable y que requiere mayor cuidado al secarse, para evitar defectos.

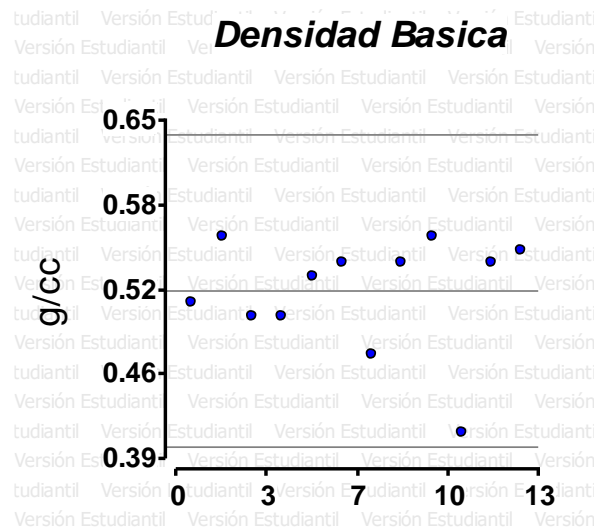


**Figura 39. Contracción radial de la madera de *D. calderonii*, en la interacción de altura x árbol**

La interacción de las variables altura x árbol se debe a que, en las secciones basal y media de los árboles, la contracción muestra una tendencia que aumenta de la base y disminuye en la sección media siendo más evidente en el árbol 2.

***Platymiscium dimorphandrum* Donn.**

**Análisis estadístico de la Densidad Básica**



**Figura 40. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.52, Lim. Superior; 0.64, Lim. Inferior; 0.40.



**Cuadro 37. Análisis prueba de T, densidad básica *P. dimorphandrum*.**

Variable:Variable - Clasific:Tipo -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame n
n	3.00	6
Media	0.48	0.53
Media(1)- Media(2)	-0.05	
LI(95)	-0.24	
LS(95)	0.15	
pHomVar	0.0163	
T	-1.02	
p-valor	0.4169	

Variable:Variable - Clasific:Tipo -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
n	3	3
Media	0.48	0.54
Media(1)- Media(2)	-0.06	
LI(95)	-0.19	
LS(95)	0.07	
pHomVar	0.2187	
T	-1.3	
p-valor	0.2638	

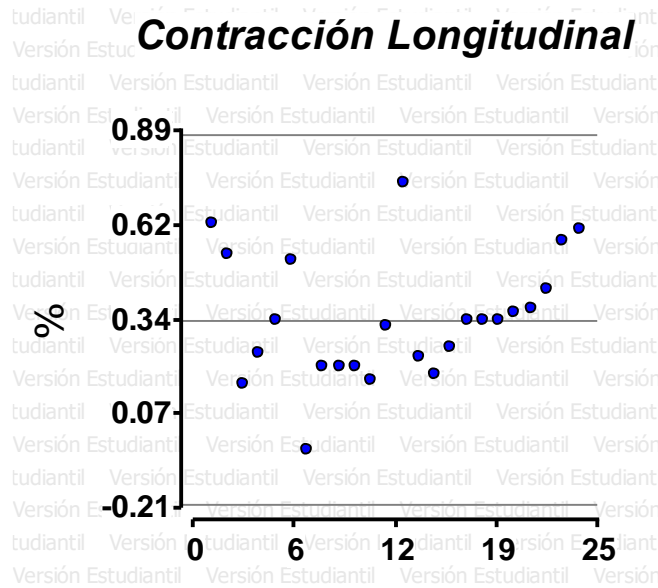
Variable:Variable - Clasific:Tipo -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	6	3
Media	0.53	0.54
Media(1)- Media(2)	-0.02	
LI(95)	-0.05	
LS(95)	0.02	
pHomVar	0.517	
T	-0.97	
p-valor	0.3645	

Se puede observar que no existe diferencia significativa entre la densidad básica del tipo de madera (duramen, albura, albura/duramen), por lo que se intuye que a lo ancho del árbol la madera se comporta de manera uniforme.



### Contracción longitudinal



**Figura 41. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.34, Lim. Superior; 0.88, Lim. Inferior; -0.20.

**Cuadro 38. Analisis prueba de T, contracción longitudinal *P. dimorphandrum*.**

Variable:Variable - Clasific:Tipo - Variable:Variable - Clasific:Tipo - prueba:Bilateral prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Duramen
n	4	16
Media	0.58	0.26
Media(1)- Media(2)	0.32	
LI(95)	0.16	
LS(95)	0.48	
pHomVar	0.4375	
T	4.11	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
n	4	4
Media	0.58	0.44
Media(1)- Media(2)	0.14	
LI(95)	-0.12	
LS(95)	0.39	
pHomVar	0.6661	
T	1.28	



p-valor	0.0007
---------	--------

p-valor	0.2494
---------	--------

Variable:Variable - Clasific:Tipo -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	16	4
Media	0.26	0.44
Media(1)- Media(2)	-0.18	
LI(95)	-0.34	
LS(95)	-0.03	
pHomVar	0.8727	
T	-2.49	
p-valor	0.0226	

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable tipo de madera, por lo que se determina que la contracción no se comporta uniforme a lo ancho del fuste.

**Cuadro 39. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de *P. dimorphandrum*, en función del tipo de madera.**

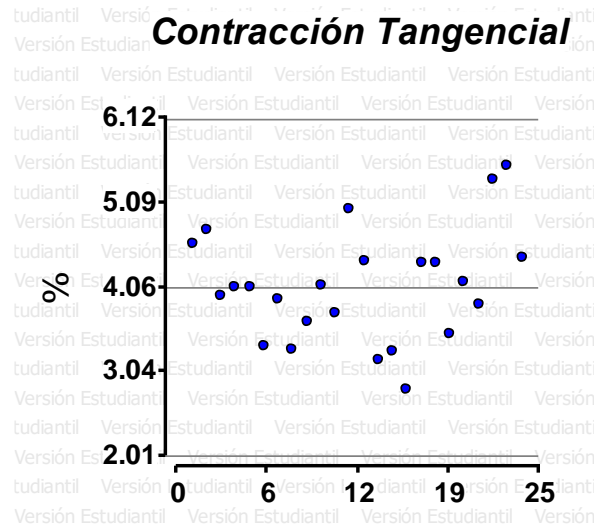
Tipo de madera	Media	Desv. Est.	Fisher	Tukey
Albura	0.58	0.17	A	A
Albura/Duramen	0.44	0.13	A	AB
Duramen	0.26	0.13	B	B

La comparación de medias de la variable tipo de madera, evidencia que la contracción longitudinal es significativamente mayor en la albura, seguida de la madera de albura/duramen y por último la madera de duramen. Comparativamente la contracción en la albura con respecto a las otras dos es muy alta lo cual significa que es una madera inestable y que requiere mayor cuidado al secarse para evitar defectos en la madera.





### Contracción tangencial



**Figura 42. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 4.06, Lim. Superior; 6.10, Lim. Inferior; 2.02.

**Cuadro 40. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Variable:Variable - Clasific:Tipo - Variable:Variable - Clasific:Tipo - prueba:Bilateral prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame
	n	n
n	4	16
Media	4.43	3.76
Media(1)- Media(2)	0.68	
LI(95)	0.35	
LS(95)	1	
pHomVar	0.0193	
T	4.38	
p-valor	0.0004	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
	n	n
n	4	4
Media	4.43	4.9
Media(1)- Media(2)	-0.47	
LI(95)	-1.28	
LS(95)	0.34	
pHomVar	0.0334	
T	-1.84	
p-valor	0.1629	



Variable:Variable - Clasific:Tipo - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	16	4
Media	3.76	4.9
Media(1)- Media(2)	-1.15	
LI(95)	-1.81	
LS(95)	-0.48	
pHomVar	0.9178	
T	-3.63	
p-valor	0.0019	

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable tipo de madera, por lo que se determina que la contracción no se comporta uniforme a lo ancho del fuste.

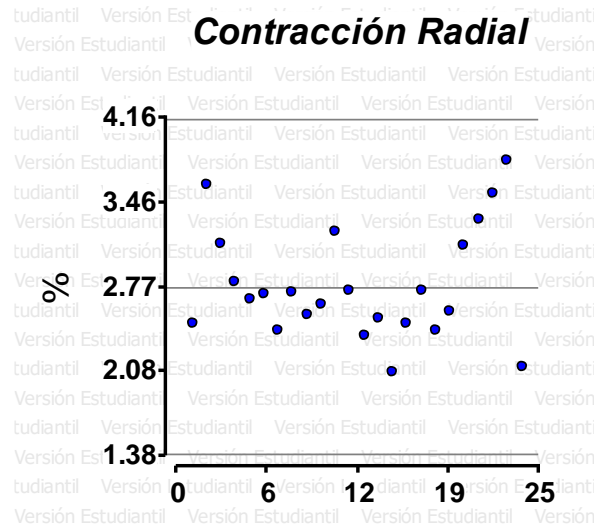
**Cuadro 41. Comparación de medias de la contracción tangencial de la madera de *P. dimorphandrum*, en función del tipo de madera.**

Tipo de madera	Media	Desv. Est.	Fisher	Tukey
Albura	4.43	0.11	A	AB
Albura/Duramen	4.9	0.5	A	A
Duramen	3.76	0.58	B	B

La comparación de medias de la variable tipo de madera, evidencia que la contracción tangencial es significativamente mayor en la albura/duramen, seguida de la madera de albura y por último la madera de duramen. Comparativamente la contracción en la albura/duramen con respecto a las otras dos es muy alta lo cual significa que es una madera inestable y que requiere mayor cuidado al secarse para evitar defectos en la madera.



### Contracción radial



**Figura 43. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 2.77, Lim. Superior; 4.15, Lim. Inferior; 1.39.

**Cuadro 42. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de *P. dimorphandrum*.**

Variable:Variable - Clasific:Tipo - Variable:Variable - Clasific:Tipo - prueba:Bilateral prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame
	n	n
n	4	16
Media	2.33	2.77
Media(1)- Media(2)	-0.44	
LI(95)	-0.86	
LS(95)	-0.02	
pHomVar	0.1769	
T	-2.2	
p-valor	0.0415	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
	n	n
n	4	4
Media	2.33	3.22
Media(1)- Media(2)	-0.89	
LI(95)	-1.61	
LS(95)	-0.16	
pHomVar	0.0667	
T	-2.99	
p-valor	0.0244	



Variable:Variable - Clasific:Tipo -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	16	4
Media	2.77	3.22
Media(1)- Media(2)	-0.45	
LI(95)	-0.94	
LS(95)	0.05	
pHomVar	0.2624	
T	-1.89	
p-valor	0.0744	

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable tipo de madera, por lo que se determina que la contracción no se comporta uniforme a lo ancho del fuste.

**Cuadro 43. Comparación de medias de la contracción radial de la madera de *P. dimorphandrum*, en función del tipo de madera.**

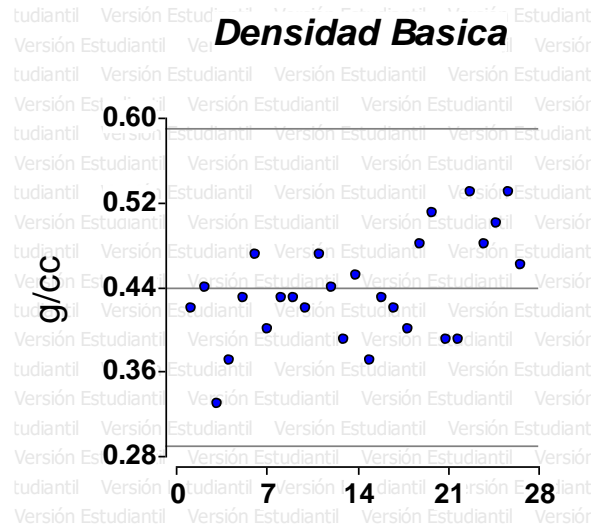
Tipo de madera	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Albura/Duramen	3.22	0.57	A
Duramen	2.77	0.39	AB
Albura	2.33	0.16	B

La comparación de medias de la variable tipo de madera, evidencia que la contracción radial es significativamente mayor en la albura/duramen, seguida de la madera de duramen y por último la madera de albura. Comparativamente la contracción en la albura/duramen con respecto a las otras dos es muy alta lo cual significa que es una madera inestable y que requiere mayor cuidado al secarse para evitar defectos en la madera.



## *Enterolobium cyclocarpum* Jacq.

### Análisis estadístico de la Densidad Básica



**Figura 44. Diagrama de dispersión densidad básica de la madera de *E. cyclocarpum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.44, Lim. Superior; 0.59, Lim. Inferior; 0.29.

**Cuadro 44. Análisis prueba de T, de la densidad básica de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

Variable:Densidad - Clasific:Altura - Variable:Densidad - Clasific:Altura - prueba:Bilateral      prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Basal
n	9	9
Media	0.47	0.41
Media(1)- Media(2)	0.06	
LI(95)	0.01	
LS(95)	0.11	

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Media
n	9	9
Media	0.47	0.42
Media(1)- Media(2)	0.05	
LI(95)	0.01	
LS(95)	0.1	



pHomVar	0.5002
T	2.72
p-valor	0.0152

pHomVar	0.15
T	2.60
p-valor	0.02

Variable:Densidad - Clasific:Altura - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Basal	Media
n	9	9
Media	0.41	0.42
Media(1)-Media(2)	-0.01	
LI(95)	-0.04	
LS(95)	0.03	
pHomVar	0.4258	
T	-0.45	
p-valor	0.6586	

**Cuadro 45. Análisis prueba de T, de la densidad básica de la madera de *E. cyclocarpum*, en función del tipo de madera**

Variable:Densidad - Clasific:Tipo - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Duramen	Mixto
n	15	12
Media	0.43	0.44
Media(1)-Media(2)	-0.01	
LI(95)	-0.05	
LS(95)	0.03	
pHomVar	0.5624	
T	-0.73	
p-valor	0.4719	



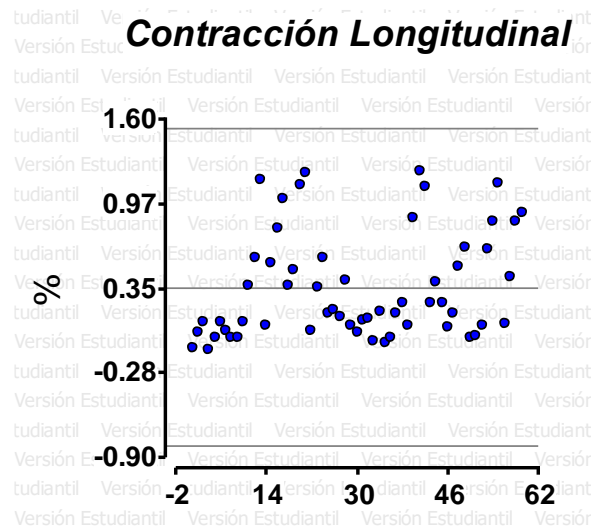
Se puede observar que no existe diferencia significativa entre la densidad básica del tipo de madera (duramen y albura/duramen), por lo que se intuye que a lo ancho del árbol la madera se comporta de una manera similar. Sin embargo si existe diferencia significativa en la densidad básica en función de la altura, evidenciando que a lo largo del fuste la madera no se comporta de forma uniforme.

**Cuadro 46. Comparación de medias de la densidad básica de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

Altura	Medias	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Apical	0.47	0.05	A
Media	0.42	0.03	B
Basal	0.41	0.04	B

La comparación de medias de la variable altura, evidencia que la contracción longitudinal es significativamente mayor en la parte apical, seguida de la parte media y por último la basal, la densidad básica proveniente de las diferentes alturas presenta valores ligeramente diferentes estadísticamente.

**Contracción longitudinal**



**Figura 45. Diagrama de dispersión contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 0.36, Lim. Superior; 1.53, Lim. Inferior; -0.81.



**Cuadro 47. Análisis prueba de T, contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Basal
n	19	21
Media	0.5	0.37
Media(1)- Media(2)	0.13	
LI(95)	-0.14	
LS(95)	0.4	
pHomVar	0.7417	
T	0.96	
p-valor	0.3427	

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Media
n	19	19
Media	0.5	0.19
Media(1)-Media(2)	0.31	
LI(95)	0.09	
LS(95)	0.53	
pHomVar	0.0163	
T	2.89	
p-valor	0.0073	

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

	Grupo 1	Grupo 2
	Basal	Media
n	21	19
Media	0.37	0.19
Media(1)- Media(2)	0.18	
LI(95)	-0.04	
LS(95)	0.4	
pHomVar	0.0061	
T	1.64	
p-valor	0.1111	





**Cuadro 48. Análisis prueba de T, contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*, en función del tipo de madera.**

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame n
n	14	35
Media	0.55	0.24
Media(1)- Media(2)	0.31	
LI(95)	-0.02	
LS(95)	0.63	
pHomVar	<0.0001	
T	2.01	
p-valor	0.0623	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
n	14	10
Media	0.55	0.49
Media(1)- Media(2)	0.06	
LI(95)	-0.39	
LS(95)	0.5	
pHomVar	0.6323	
T	0.26	
p-valor	0.7963	

Variable:L -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	35	10
Media	0.24	0.49
Media(1)- Media(2)	-0.25	
LI(95)	-0.59	
LS(95)	0.09	
pHomVar	0.0017	
T	-1.64	
p-valor	0.1324	

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable altura, por lo que se determina que la contracción no se comporta uniformemente a lo largo del fuste. En la variable tipo de madera no se evidencia diferencia significativa según los resultados.



**Cuadro 49. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

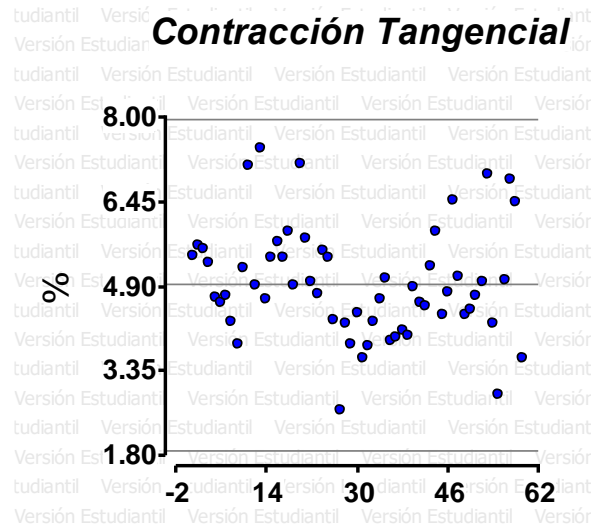
Altura	Media	Desv. Est.	Fisher/Tukey
Basal	0.37	0.44	AB
Media	0.19	0.23	B
Apical	0.5	0.41	A

**Cuadro 50. Comparación de medias de la contracción longitudinal de la madera de *E. cyclocarpum*, en función del tipo de madera.**

Tipo	Media	Desv. Est.	Tukey	Fisher
Albura	0.55	0.55	A	A
Albura/Duramen	0.49	0.47	A	AB
Duramen	0.24	0.23	A	B

La comparación de medias de la variable altura, evidencia que la contracción longitudinal es significativamente mayor en la parte apical, seguida de la parte basal y por último la parte media. Comparativamente la contracción en la parte apical con respecto a las otras dos es alta lo cual significa que es una madera inestable y que requiere mayor cuidado al secarse para evitar defectos en la madera.

**Contracción tangencial.**



**Figura 46. Diagrama de dispersión contracción tangencial de la madera de *E. cyclocarpum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 4.94, Lim. Superior; 7.97, Lim. Inferior; 1.91.



**Cuadro 51. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

Variable:T - Clasific:Altura - Variable:T - Clasific:Altura -  
prueba:Bilateral prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Basal
n	19	21
Media	5.03	5.42
Media(1)- Media(2)	-0.39	
LI(95)	-1.03	
LS(95)	0.25	
pHomVar	0.498	
T	-1.22	
p-valor	0.2286	

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Media
n	19	19
Media	5.03	4.33
Media(1)-Media(2)	0.7	
LI(95)	0.1	
LS(95)	1.29	
pHomVar	0.0703	
T	2.36	
p-valor	0.0238	

Variable:T - Clasific:Altura -  
prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Basal	Media
n	21	19
Media	5.42	4.33
Media(1)- Media(2)	1.08	
LI(95)	0.56	
LS(95)	1.61	
pHomVar	0.2317	
T	4.15	
p-valor	0.0002	



**Cuadro 52. Análisis prueba de T, contracción tangencial de la madera de *E. cyclocarpum*, en función del tipo de madera.**

Variable:T -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

Variable:T -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame n
n	14	35
Media	4.95	4.96
Media(1)- Media(2)	-0.01	
LI(95)	-0.65	
LS(95)	0.63	
pHomVar	0.4727	
T	-0.03	
p-valor	0.9763	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
n	14	10
Media	4.95	4.88
Media(1)- Media(2)	0.06	
LI(95)	-0.9	
LS(95)	1.03	
pHomVar	0.8906	
T	0.14	
p-valor	0.8914	

Variable:T -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	35	10
Media	4.96	4.88
Media(1)- Media(2)	0.07	
LI(95)	-0.65	
LS(95)	0.79	
pHomVar	0.427	
T	0.21	
p-valor	0.8379	

El análisis estadístico muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la variable altura, por lo que se determina que la contracción no se



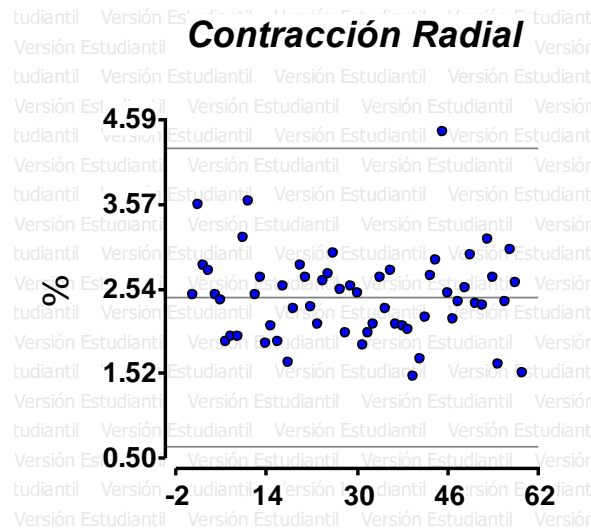
comporta uniformemente a lo largo del fuste. En la variable tipo de madera no se evidencia diferencia significativa según los resultados.

**Cuadro 53. Comparación de medias de la contracción longitudinal en función de la altura**

Altura	Media	Desv. Est.	Tukey	Fisher
Basal	5.42	0.92	A	A
Media	4.33	0.7	B	B
Apical	5.03	1.08	A	AB

La comparación de medias de la variable altura, evidencia que la contracción longitudinal es significativamente mayor en la parte basal, seguida de la parte apical y por último la parte media. Comparativamente la contracción en la parte basal con respecto a las otras dos es alta lo cual significa que es una madera inestable y que requiere mayor cuidado al secarse para evitar defectos en la madera.

**Contracción radial**



**Figura 47. Diagrama de dispersión contracción radial de la madera de *E. cyclocarpum*.**

Se observa la nube de puntos distribuida dentro las líneas de corte; Media; 2.45, Lim. Superior; 4.25, Lim. Inferior; 0.65, además de un punto fuera de los límites denominado dato atípico.



**Cuadro 54. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de *E. cyclocarpum*, en función de la altura.**

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Basal
n	19	21
Media	2.54	2.49
Media(1)- Media(2)	0.05	
LI(95)	-0.33	
LS(95)	0.43	
pHomVar	0.4114	
T	0.27	
p-valor	0.79	

	Grupo 1	Grupo 2
	Apical	Media
n	19	19
Media	2.54	2.31
Media(1)-Media(2)	0.23	
LI(95)	-0.12	
LS(95)	0.58	
pHomVar	0.0254	
T	1.32	
p-valor	0.1961	

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Altura

	Grupo 1	Grupo 2
	Basal	Media
n	21	19
Media	2.49	2.31
Media(1)- Media(2)	0.18	
LI(95)	-0.12	
LS(95)	0.47	
pHomVar	0.1327	
T	1.2	
p-valor	0.2389	



**Cuadro 55. Análisis prueba de T, contracción radial de la madera de *E. cyclocarpum*, en función del tipo de madera.**

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Durame n
n	14	35
Media	2.34	2.49
Media(1)- Media(2)	-0.15	
LI(95)	-0.51	
LS(95)	0.21	
pHomVar	0.5862	
T	-0.84	
p-valor	0.4075	

	Grupo 1	Grupo 2
	Albura	Mixto
n	14	10
Media	2.34	2.44
Media(1)- Media(2)	-0.1	
LI(95)	-0.54	
LS(95)	0.35	
pHomVar	0.0957	
T	-0.46	
p-valor	0.6522	

Variable:R -  
prueba:Bilateral

Clasific:Tipo

	Grupo 1	Grupo 2
	Durame n	Mixto
n	35	10
Media	2.49	2.44
Media(1)- Media(2)	0.05	
LI(95)	-0.32	
LS(95)	0.42	
pHomVar	0.1496	
T	0.28	
p-valor	0.7814	

El análisis estadístico muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en la variable tipo de madera y altura, por lo que se determina que la contracción se comporta uniforme a lo largo y ancho del fuste.



## CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Los resultados obtenidos en los ciclos de secado de la madera de *Lonchocarpus castilloi* (comercializada comúnmente con el nombre de manchiche), muestran que tiene densidad básica promedio de 0.73 gr/cc, con una contracción longitudinal 0.20%, contracción tangencial de 8.38% y una contracción radial de 4.52%, clasificándose como una madera excesivamente pesada, propensa a sufrir deformaciones, rajaduras y grietas al secarse en el plano tangencial, mientras que en el plano radial sufre de deformaciones moderadas, de acuerdo a la clasificación de Benítez Ramos R.F; Montesinos Lagos J.L. (1998).

Los resultados obtenidos en la madera de la especie *Astronium graveolens*, (comercializada comúnmente con el nombre de Jobillo), demuestran que la madera es pesada debido a su densidad alta 0.83 gr/cc. Los porcentajes de contracción son superiores a los promedios citados por Casasola (1988), y presentan un coeficiente de anisotropía o estabilidad de la madera normal, catalogándola como madera que puede emplearse tanto en construcción, así como elaboración de muebles, puertas, pisos, etc. Esto debido al veteado característico de esta especie y de la combinación de colores que presenta y que se conocen en algunos lugares como "TigerWood", dando resultados muy vistosos y llamativos al aplicarle selladores y lacas, debido a que la madera posee brillo natural que es evidente al tenerla aserrada.

Los resultados obtenidos en los ciclos de secado de la madera de *Platymiscium yucatanum* (comercializada comúnmente con el nombre de granadillo), muestran que tiene densidad básica promedio de 0.83 gr/cc, con una contracción longitudinal 0.17%, contracción tangencial de 5.60% y contracción radial de 3.55%, clasificándose como una madera excesivamente pesada, que puede presentar grietas al secarse en el plano tangencial y radial, de acuerdo a la clasificación de Benítez Ramos R.F; Montesinos Lagos J.L. (1998).

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ciclos de secado de madera de *Dalbergia retusa var cuscatlanica*, (comercializada comúnmente como vástago) muestra que tiene una densidad básica promedio de 0.77g/cc, con una contracción longitudinal 0.26%, contracción tangencial de 6.38%, y contracción radial de 4.13%, clasificándose como una madera excesivamente pesada, propensa a sufrir deformaciones, rajaduras y grietas al secarse en el plano tangencial, mientras que en el plano radial sufre deformaciones moderadas, según la tabla de Benítez Ramos R.F; Montesinos Lagos J.L. (1998).





Los resultados obtenidos en la madera de la especie *Dalbergia calderonii*, (comercializada comúnmente con el nombre de guayacán), demuestran que la madera es excesivamente pesada debido a su densidad media de 0.90 g/cc. Los porcentajes de contracción son superiores a los promedios citados por Casasola (1988), y presentan un coeficiente de anisotropía o estabilidad de la madera normal, catalogándola como madera que puede emplearse tanto en construcción, así como elaboración de muebles, puertas, pisos, etc.

Los resultados obtenidos en la madera de la especie *Platymiscium dimorphandrum*, (comercializada comúnmente con el nombre de hormigo), demuestran que la madera es pesada debido a su densidad media de 0.52 g/cc, los porcentajes de contracción están dentro de los promedios citados por Casasola (1988), y presentan un coeficiente de anisotropía o estabilidad de la madera normal, catalogándola como madera que puede emplearse tanto en construcción, así como elaboración de muebles, puertas, etc., y más comúnmente usada para la elaboración de instrumentos musicales como la marimba.

Los resultados obtenidos en la madera de la especie *Enterolobium cyclocarpum*, (comercializada comúnmente con el nombre de conacaste), demuestran que la madera es moderadamente pesada debido a su densidad media de 0.44 g/cc, los porcentajes de contracción están dentro de los promedios citados por Casasola (1988), y presentan un coeficiente de anisotropía o estabilidad de la madera con restricciones de trabajabilidad, catalogándola como madera que puede emplearse principalmente en construcción, así como elaboración de muebles, puertas, etc.



## CONCLUSIONES GENERALES

1. Se determinaron las características físicas (densidad y contracción) de la madera de *Lonchocarpus castilloi* Standl, nombre común “manchiche”, *Astronium graveolens*, nombre común “jobillo”, *Platymiscium yucatanum*, nombre común “hormigo”, *Dalbergia retusa* var. *cuscatlanica*, nombre común “vastago”, *Dalbergia calderonii*, nombre común “guayacán”, *Platymiscium dimorphandrum*, nombre común “hormigo”, *Enterolobium cyclocarpum*, nombre común “conacaste”. Los resultados se resumen a continuación:

Especie	Variables			
	Densidad basica	Contraccion radial	Contraccion tangencial	Contraccion longitudinal
<i>L. castilloi</i>	0.73	4.45	0.08	0.2
<i>A. graveolens</i>	0.7	4.16	0.08	0.18
<i>P. yucatanum</i>	0.83	3.55	0.06	0.17
<i>D. retusa</i> var. <i>cuscatlanica</i>	0.77	4.13	0.06	0.26
<i>D. calderonii</i>	0.9	3.94	0.07	0.23
<i>P. dimorphandrum</i>	0.52	2.77	0.04	0.34
<i>E. cyclocarpum</i>	0.44	2.55	0.05	0.4

Se determina que el 71% de las especies (5 de 7) posee densidad básica alta, siendo la que presenta la mayor *D. calderonii* y la menor *E. cyclocarpum*; además, de que los porcentajes de contracción son variables entre las mismas especies, sin embargo todas son propensas en algún plano a presentar defectos físicos en función del secado que se realice. La relación tangencial/radial o estabilidad de la madera las avala como maderas de denominación normal y con buenas características para usos en construcción o maderas trabajadas para muebles.

2. Los análisis estadísticos de las características físicas de las maderas de las especies bajo estudio presentaron resultados variados, en función de la densidad las especies no se comportaron uniformemente a lo largo y ancho del fuste, evidenciando diferencias significativas tanto en las diferentes alturas evaluadas, así como en el tipo de madera que presentaban. En función del porcentaje de contracción las especies presentaron diferencias significativas en más de un plano evaluado, dejando en evidencia que son



propensas a sufrir defectos físicos durante y después de los ciclos de secado a los cuales son sometidos, también influenciadas por la altura que se esté evaluando y el tipo de madera que la constituye.

3. La densidad es un excelente carácter de la madera para ser usado en la identificación de las mismas, tanto a nivel de género como de especie.



## BIBLIOGRAFÍA

ASTM (American Society for Testing and Materials, Estados Unidos). 2000. Ensayo para probetas pequeñas de madera libre de defectos, normas ASTM D143-94 (2000). In ASTM (American Society for Testing and Materials, US). 2000. ASTM book of standards. Pennsylvania, US. Part. 22.

Canul Tun, S. (2013). RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CARBÓN VEGETAL ELABORADO EN HORNO TIPO FOSA CON SUBPRODUCTOS FORESTALES DE *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. Y *Lonchocarpus castilloi* Standl. EN CAMPECHE. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de grado. Linares, Nuevo León, México. 61 pp.

Casasola, C. (1988). Anatomía y propiedades físicas de la madera de *Calophyllum brasiliense* Camb. in St. Hil, *Vochysia hondurensis* Sprague y *Symphonia globulifera* L. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 61 pp. Cha

Cisternas P. (1994). CONVERSION DE DENSIDADES DE LA MADERA. Santiago, Chile. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/51401505/conversion-de-densidades-de-la-madera>

Córdoba-Foglia, R. (2012). Conceptos básicos sobre el secado de la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 2(5), pp. 88-92. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/546>

EI (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito). 2007. Metrología y Mecánica de Banco Protocolo. Curso de procesos de manufactura. Recuperado de [http://www.escuelainq.edu.co/uploads/laboratorios/2733\\_metrologia.pdf](http://www.escuelainq.edu.co/uploads/laboratorios/2733_metrologia.pdf)

Gimenez, A. Moglia, J. Hernandez, P. Gerez, R. 2005. Anatomía de madera. Universidad Nacional De Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Cátedra de Dendrología y Xilología. Segunda edición. Recuperado de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1-anatomia-de-madera.pdf>



Laboratorioquimico.com 2011. Desecador. s.n.t. Recuperado de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/desecadora.html>

Laboratorioquimico.com 2011. Balanza analítica. s.n.t. Recuperado de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorioquimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/balanza-analitica.html>

López, E.A., González, B.H., 2014. Diseños y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. 2 ed. Guatemala, Guatemala, 239 p.

Ordóñez Candelaria, Víctor Rubén, & Martínez Pinillos Cueto, Enrique (1996). Características de maquinado de 32 especies de madera. Madera y Bosques, 2(1), pp. 45-61. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=617/61720105>

Pérez, J. & Gardey, A. 2018. Actualizado: 2019. Definición de lupa. Recuperado de <https://definicion.de/lupa/>

QuimiNet.com. 2011. Las 5 características principales del horno para secar y esterilizar con convección. México. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/las-5-caracteristicas-principales-del-horno-para-secar-y-esterilizar-con-conveccion-48767.htm>

QuimiNet.com. 2006. [¿Qué es la silica gel?](https://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-silica-gel-6215.htm). México. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-silica-gel-6215.htm>

Rosa La Rosa, DE La. 2011. Termómetros. s.n.t. Recuperado de <http://laboratorio-quimico.blogspot.com/2009/05/termometros.html>

Spavento, E; Keil, G; Monteoliva, S. 2008. Propiedades físicas de la madera. Argentina, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Curso de Xilotecnología. Recuperado de [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod\\_resource/content/0/Propiedades\\_Fisicas\\_2008.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf)

Tamarit-Urias, J. C.; Fuentes-Salinas, M. 2003. PARÁMETROS DE HUMEDAD DE 63 MADERAS LATIFOLIADAS MEXICANAS EN FUNCIÓN DE SU DENSIDAD BÁSICA Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del



Ambiente, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2003, pp. 155-164 Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.

Triana Diosa, W. (2017). ANÁLISIS FUNCIONAL DEL SECUESTRO DE CARBONO EN EL GRADIENTE SUCESIONAL DE UN BOSQUE SECO TROPICAL DEL VALLE DEL RÍO MAGDALENA. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá, Colombia. 50 pp. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/13177>

Velásquez Méndez, L. (2014). Especies forestales comerciales de Peten, Guatemala. Propiedades físicas, mecánicas y químicas. Guatemala. Recuperado de <http://www.usaid-cncg.org/wp-content/uploads/2015/02/Cat%C3%A1logo-final.pdf>

Vignote Peña, S. (2014). PRINCIPALES MADERAS TROPICALES UTILIZADAS EN ESPAÑA CARACTERÍSTICAS, TECNOLOGÍA Y APLICACIONES. Universidad Politécnica de Madrid. 149 pp.

Vignote Peña, S. Martínez Rojas, I. 2006. Tecnología de la Madera. 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 678 pp.

Vite, L. 2014. Principio de Arquímedes. *Vida Científica, Boletín científico de la escuela preparatoria No.4*. (Volumen 2, No.3). Universidad autónoma del Estado de Hidalgo, Secretaria de desarrollo internacional. Recuperado de [https://www.academia.edu/download/56186950/PRINCIPIO\\_DE\\_ARQUIMEDES.pdf](https://www.academia.edu/download/56186950/PRINCIPIO_DE_ARQUIMEDES.pdf)



## ANEXOS

### Anexo 1. Cuadros de datos de comparaciones *Lonchocarpus castilloi*, de densidad básica.

#### LONCHOCARPUS CASTILLOI

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.02863

Error: 0.0001 gl: 5

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.					
Apical	1	0.77	0.02	A				
Apical	3	0.76	0.01	A	B			
Basal	3	0.75	0.01	A	B	C		
Basal	1	0.74	0	A	B	C		
Media	3	0.74	0.01		B	C		
Media	1	0.73	0.01			C	D	
Basal	2	0.7	0.01				D	
Apical	2	0.7	0				D	E
Media	2	0.67	0.01					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05357

Error: 0.0001 gl: 5

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.					
Apical	1	0.77	0.02	A				
Apical	3	0.76	0.01	A				
Basal	3	0.75	0.01	A	B			
Basal	1	0.74	0	A	B			
Media	3	0.74	0.01	A	B			
Media	1	0.73	0.01	A	B			
Basal	2	0.7	0.01	B	C			
Apical	2	0.7	0	B	C			
Media	2	0.67	0.01	C				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.02308

Error: 0.0001 gl: 5

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	0.75	0	A	
Apical	Duramen	0.75	0.04	A	
Basal	Mixto	0.73	0.02	A	B
Basal	Duramen	0.73	0.03	A	B
Media	Mixto	0.71	0.03	B	
Media	Duramen	0.71	0.04	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03831

Error: 0.0001 gl: 5

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	0.75	0	A	
Apical	Duramen	0.75	0.04	A	
Basal	Mixto	0.73	0.02	A	B
Basal	Duramen	0.73	0.03	A	B
Media	Mixto	0.71	0.03	B	
Media	Duramen	0.71	0.04	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 2. Cuadros de datos de comparaciones *Lonchocarpus castilloi*, de % contracción longitudinal.

#### LONCHOCARPUS CASTILLOI

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.23206

Error: 0.0090 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Apical	3	0.3	0.08	A
Apical	2	0.28	0.16	A
Media	3	0.24	0.19	A
Basal	3	0.23	0.01	A
Media	1	0.22	0.01	A
Apical	1	0.15	0.04	A
Basal	1	0.13	0.03	A
Media	2	0.13	0.01	A
Basal	2	0.12	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42377

Error: 0.0090 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Apical	3	0.3	0.08	A
Apical	2	0.28	0.16	A
Media	3	0.24	0.19	A
Basal	3	0.23	0.01	A
Media	1	0.22	0.01	A
Apical	1	0.15	0.04	A
Basal	1	0.13	0.03	A
Media	2	0.13	0.01	A
Basal	2	0.12	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.18948

Error: 0.0090 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Apical	Mixto	0.27	0.11	A
Media	Duramen	0.24	0.13	A
Apical	Duramen	0.21	0.12	A
Basal	Duramen	0.16	0.06	A
Basal	Mixto	0.15	0.06	A
Media	Mixto	0.15	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30818

Error: 0.0090 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Apical	Mixto	0.27	0.11	A
Media	Duramen	0.24	0.13	A
Apical	Duramen	0.21	0.12	A
Basal	Duramen	0.16	0.06	A
Basal	Mixto	0.15	0.06	A
Media	Mixto	0.15	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )





### Anexo 3. Cuadros de datos de comparaciones Lonchocarpus castilloi, de % contracción tangencial.

#### LONCHOCARPUS CASTILLOI

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.78460

Error: 1.2951 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Media	1	9.14	1.23	A
Basal	2	9.1	0.15	A
Apical	2	8.47	0.2	A
Apical	1	8.44	1.65	A
Media	2	8.33	1.12	A
Basal	1	8.23	0.35	A
Apical	3	8.05	1.05	A
Media	3	7.89	1.86	A
Basal	3	7.83	1.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.08502

Error: 1.2951 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Media	1	9.14	1.23	A
Basal	2	9.1	0.15	A
Apical	2	8.47	0.2	A
Apical	1	8.44	1.65	A
Media	2	8.33	1.12	A
Basal	1	8.23	0.35	A
Apical	3	8.05	1.05	A
Media	3	7.89	1.86	A
Basal	3	7.83	1.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.27362

Error: 1.2951 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Media	Mixto	8.91	1.26	A
Apical	Mixto	8.91	0.64	A
Basal	Mixto	8.73	0.26	A
Basal	Duramen	8.03	1.14	A
Media	Duramen	7.99	1.3	A
Apical	Duramen	7.73	0.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.69799

Error: 1.2951 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Media	Mixto	8.91	1.26	A
Apical	Mixto	8.91	0.64	A
Basal	Mixto	8.73	0.26	A
Basal	Duramen	8.03	1.14	A
Media	Duramen	7.99	1.3	A
Apical	Duramen	7.73	0.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

### Anexo 4. Cuadros de datos de comparaciones Lonchocarpus castilloi, de % contracción radial.

#### LONCHOCARPUS CASTILLOI

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.06816

Error: 0.1906 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Basal	1	4.86	0.43	A
Media	1	4.82	0.68	A
Apical	1	4.75	0.52	A
Basal	2	4.61	0.43	A
Basal	3	4.54	0.47	A
Apical	2	4.47	0.16	A
Media	2	4.43	0.08	A
Apical	3	4.17	0.29	A
Media	3	4.09	0.09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.95059

Error: 0.1906 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	
Basal	1	4.86	0.43	A
Media	1	4.82	0.68	A
Apical	1	4.75	0.52	A
Basal	2	4.61	0.43	A
Basal	3	4.54	0.47	A
Apical	2	4.47	0.16	A
Media	2	4.43	0.08	A
Apical	3	4.17	0.29	A
Media	3	4.09	0.09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.87215

Error: 0.1906 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Basal	Mixto	4.78	0.44	A
Apical	Mixto	4.61	0.43	A
Media	Mixto	4.56	0.66	A
Basal	Duramen	4.56	0.35	A
Media	Duramen	4.33	0.17	A
Apical	Duramen	4.31	0.32	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41853

Error: 0.1906 gl: 6

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.	
Basal	Mixto	4.78	0.44	A
Apical	Mixto	4.61	0.43	A
Media	Mixto	4.56	0.66	A
Basal	Duramen	4.56	0.35	A
Media	Duramen	4.33	0.17	A
Apical	Duramen	4.31	0.32	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)





## Anexo 5. Cuadros de datos de comparaciones *Astronium graveolens*, de densidad básica.

### ASTRONIUM GRAVEOLENS

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.06025

Error: 0.0007 gl: 7

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.				
Basal	1	0.87	0.04	A			
Basal	3	0.71	0.04	B			
Media	1	0.71	0	B	C		
Apical	1	0.71	0.02	B	C		
Basal	2	0.69	0.02	B	C		
Apical	3	0.65	0.04		C	D	
Media	3	0.65	0.01		C	D	E
Apical	2	0.61	0.04			D	E
Media	2	0.59	0.03				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10806

Error: 0.0007 gl: 7

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.				
Basal	1	0.87	0.04	A			
Basal	3	0.71	0.04	B			
Media	1	0.71	0	B			
Apical	1	0.71	0.02	B	C		
Basal	2	0.69	0.02	B	C		
Apical	3	0.65	0.04		B	C	
Media	3	0.65	0.01		B	C	
Apical	2	0.61	0.04		B	C	
Media	2	0.59	0.03			C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.06025

Error: 0.0007 gl: 7

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.				
Basal	Duramen	0.78	0.09	A			
Basal	Albura	0.73	0.1	B			
Basal	Mixto	0.69	0.01	B	C		
Apical	Duramen	0.67	0.02		C	D	
Apical	Mixto	0.66	0.07		C	D	E
Media	Duramen	0.64	0.08		C	D	E
Media	Mixto	0.63	0.02			D	E
Media	Albura	0.6	0			E	F
Apical	Albura	0.6	0.01				F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10806

Error: 0.0007 gl: 7

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.				
Basal	Duramen	0.78	0.09	A			
Basal	Albura	0.73	0.1	A	B		
Basal	Mixto	0.69	0.01	A	B	C	
Apical	Duramen	0.67	0.02		B	C	
Apical	Mixto	0.66	0.07		B	C	
Media	Duramen	0.64	0.08		B	C	
Media	Mixto	0.63	0.02		B	C	
Media	Albura	0.6	0			C	
Apical	Albura	0.6	0.01			C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 6. Cuadros de datos de comparaciones *Astronium graveolens*, de % contracción longitudinal.

### ASTRONIUM GRAVEOLENS

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.13208

Error: 0.0044 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Media	1	0.25	0.1	A	
Apical	3	0.24	0.09	A	
Media	2	0.24	0.04	A	
Apical	2	0.22	0.04	A	
Basal	3	0.19	0.08	A	B
Basal	2	0.17	0.04	A	B
Basal	1	0.16	0.1	A	B
Apical	1	0.16	0.15	A	B
Media	3	0.08	0.04	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23097

Error: 0.0044 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Media	1	0.25	0.1	A	
Apical	3	0.24	0.09	A	
Media	2	0.24	0.04	A	
Apical	2	0.22	0.04	A	
Basal	3	0.19	0.08	A	B
Basal	2	0.17	0.04	A	B
Basal	1	0.16	0.1	A	B
Apical	1	0.16	0.15	A	B
Media	3	0.08	0.04	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.13822

Error: 0.0044 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	0.33	0.01	A	
Media	Duramen	0.23	0.1	A	B
Apical	Duramen	0.2	0.1	A	B
Basal	Albura	0.19	0.05	A	B
Basal	Duramen	0.18	0.08	A	B
Media	Mixto	0.18	0.13	A	B
Media	Albura	0.15	0.1	B	
Apical	Albura	0.13	0.07	B	
Basal	Mixto	0.07	0	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24172

Error: 0.0044 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Des. Est.		
Apical	Mixto	0.33	0.01	A	
Media	Duramen	0.23	0.1	A	B
Apical	Duramen	0.2	0.1	A	B
Basal	Albura	0.19	0.05	A	B
Basal	Duramen	0.18	0.08	A	B
Media	Mixto	0.18	0.13	A	B
Media	Albura	0.15	0.1	A	B
Apical	Albura	0.13	0.07	A	B
Basal	Mixto	0.07	0	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## Anexo 7. Cuadros de datos de comparaciones *Astronium graveolens*, de % contracción tangencial.

### ASTRONIUM GRAVEOLENS

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.44906

Error: 0.5276 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	3	8.35	0.65	A
Media	Mixto	1	7.78	0.39	A
Apical	Mixto	1	7.7	0.68	A
Media	Mixto	2	7.61	0.52	A
Basal	Mixto	3	7.46	0.96	A
Basal	Mixto	1	7.43	0.15	A
Apical	Mixto	2	7.43	0.9	A
Basal	Mixto	2	7.19	1.43	A
Media	Mixto	3	7.06	1.21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.53411

Error: 0.5276 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	3	8.35	0.65	A
Media	Mixto	1	7.78	0.39	A
Apical	Mixto	1	7.7	0.68	A
Media	Mixto	2	7.61	0.52	A
Basal	Mixto	3	7.46	0.96	A
Basal	Mixto	1	7.43	0.15	A
Apical	Mixto	2	7.43	0.9	A
Basal	Mixto	2	7.19	1.43	A
Media	Mixto	3	7.06	1.21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.51649

Error: 0.5276 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	8.48	0.86	A	
Apical	Albura	8.12	0.14	A	B
Basal	Albura	7.97	0.35	A	B
Media	Albura	7.87	0.35	A	B
Media	Duramen	7.36	0.32	A	B
Basal	Mixto	7.28	0	A	B
Apical	Duramen	7.23	0.62	A	B
Media	Mixto	7.22	1.32	A	B
Basal	Duramen	6.8	0.63	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.65204

Error: 0.5276 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Apical	Mixto	8.48	0.86	A	
Apical	Albura	8.12	0.14	A	B
Basal	Albura	7.97	0.35	A	B
Media	Albura	7.87	0.35	A	B
Media	Duramen	7.36	0.32	A	B
Basal	Mixto	7.28	0	A	B
Apical	Duramen	7.23	0.62	A	B
Media	Mixto	7.22	1.32	A	B
Basal	Duramen	6.8	0.63	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

## Anexo 8. Cuadros de comparación *Astronium graveolens* % de contracción radial.

### ASTRONIUM GRAVEOLENS

INTERACCION ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.82410

Error: 0.1706 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Media	Mixto	2	4.65	0.16	A
Apical	Mixto	2	4.51	0.51	A B
Apical	Mixto	3	4.49	0.12	A B
Media	Mixto	1	4.38	0.83	A B
Basal	Mixto	2	4.1	0.85	A B C
Basal	Mixto	1	4.03	0.75	A B C
Media	Mixto	3	3.84	0.52	B C
Basal	Mixto	3	3.76	0.72	B C
Apical	Mixto	1	3.28	0.88	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44118

Error: 0.1706 gl: 9

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.		
Media	Mixto	2	4.65	0.16	A
Apical	Mixto	2	4.51	0.51	A B
Apical	Mixto	3	4.49	0.12	A B
Media	Mixto	1	4.38	0.83	A B
Basal	Mixto	2	4.1	0.85	A B C
Basal	Mixto	1	4.03	0.75	A B C
Media	Mixto	3	3.84	0.52	B C
Basal	Mixto	3	3.76	0.72	B C
Apical	Mixto	1	3.28	0.88	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

INTERACCION ALTURA \* MADERA

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.86245

Error: 0.1706 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Media	Albura	4.86	0.47	A	
Basal	Albura	4.6	0.29	A	B
Apical	Albura	4.49	0.37	A	B
Media	Duramen	4.03	0.41	B	C
Media	Mixto	3.97	0.62	B	C
Apical	Duramen	3.95	0.57	B	C
Basal	Duramen	3.56	0.35	C	
Apical	Mixto	3.51	1.59	C	
Basal	Mixto	3.33	0	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.50825

Error: 0.1706 gl: 9

Altura	Madera	Medias	Desv. Est.		
Media	Albura	4.86	0.47	A	
Basal	Albura	4.6	0.29	A	B
Apical	Albura	4.49	0.37	A	B
Media	Duramen	4.03	0.41	A	B
Media	Mixto	3.97	0.62	A	B
Apical	Duramen	3.95	0.57	A	B
Basal	Duramen	3.56	0.35	A	B
Apical	Mixto	3.51	1.59	A	B
Basal	Mixto	3.33	0	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



## Anexo 9. Cuadros de datos de comparaciones *Platymiscium yucatanum*, de densidad básica.

### Platymiscium yucatanum

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.03782

Error: 0.0002 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Apical	1	0.87	0	A
Apical	2	0.87	0.02	A B
Media	2	0.85	0.05	A B C
Basal	1	0.84	0.01	A B C
Basal	2	0.83	0.03	B C
Media	1	0.82	0.05	C D
Basal	3	0.82	0.01	C D
Apical	3	0.81	0	C D
Media	3	0.79	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06906

Error: 0.0002 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Apical	1	0.87	0	A
Apical	2	0.87	0.02	A
Media	2	0.85	0.05	A B
Basal	1	0.84	0.01	A B
Basal	2	0.83	0.03	A B
Media	1	0.82	0.05	A B
Basal	3	0.82	0.01	A B
Apical	3	0.81	0	A B
Media	3	0.79	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.03088

Error: 0.0002 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Apical	Duramen	0.85	0.04	A
Media	Duramen	0.84	0.04	A B
Apical	Mixto	0.84	0.03	A B
Basal	Duramen	0.84	0.02	A B
Basal	Mixto	0.82	0.01	B C
Media	Mixto	0.79	0.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05022

Error: 0.0002 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Apical	Duramen	0.85	0.04	A
Media	Duramen	0.84	0.04	A
Apical	Mixto	0.84	0.03	A
Basal	Duramen	0.84	0.02	A B
Basal	Mixto	0.82	0.01	A B
Media	Mixto	0.79	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

## Anexo 10. Cuadros de datos de comparaciones *Platymiscium yucatanum*, de % contracción longitudinal.

### Platymiscium yucatanum

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.14511

Error: 0.0035 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Apical	2	0.3	0.11	A
Apical	3	0.26	0.02	A B
Apical	1	0.26	0.04	A B
Basal	1	0.25	0.04	A B C
Basal	2	0.19	0.11	A B C
Media	2	0.17	0.12	A B C
Basal	3	0.15	0.01	A B C
Media	1	0.12	0.02	B C
Media	3	0.11	0.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26498

Error: 0.0035 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Apical	2	0.3	0.11	A
Apical	3	0.26	0.02	A
Apical	1	0.26	0.04	A
Basal	1	0.25	0.04	A
Basal	2	0.19	0.11	A
Media	2	0.17	0.12	A
Basal	3	0.15	0.01	A
Media	1	0.12	0.02	A
Media	3	0.11	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.11848

Error: 0.0035 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Apical	Mixto	0.3	0.07	A
Apical	Duramen	0.24	0.03	A B
Basal	Mixto	0.23	0.08	A B
Media	Mixto	0.17	0.07	B C
Basal	Duramen	0.16	0.06	B C
Media	Duramen	0.09	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19270

Error: 0.0035 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Apical	Mixto	0.3	0.07	A
Apical	Duramen	0.24	0.03	A B
Basal	Mixto	0.23	0.08	A B
Media	Mixto	0.17	0.07	A B
Basal	Duramen	0.16	0.06	A B
Media	Duramen	0.09	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



## Anexo 11. Cuadros de datos de comparaciones *Platymiscium yucatanum*, de % contracción tangencial.

### *Platymiscium yucatanum*

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.90602  
Error: 0.1371 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	3	6.33	0.13	A
Media	3	6.25	0.4	A
Apical	3	5.99	0.8	A B
Basal	1	5.93	0.62	A B
Media	2	5.6	0.6	A B
Basal	2	5.56	0.21	A B
Apical	2	5.32	0.3	B
Apical	1	5.18	0.14	B
Media	1	5.08	0.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.65450  
Error: 0.1371 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	3	6.33	0.13	A
Media	3	6.25	0.4	A
Apical	3	5.99	0.8	A
Basal	1	5.93	0.62	A
Media	2	5.6	0.6	A
Basal	2	5.56	0.21	A
Apical	2	5.32	0.3	A
Apical	1	5.18	0.14	A
Media	1	5.08	0.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.73976  
Error: 0.1371 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	Mixto	6.1	0.4	A
Media	Mixto	5.84	0.8	A B
Apical	Mixto	5.79	0.7	A B
Basal	Duramen	5.77	0.6	A B
Media	Duramen	5.44	0.5	A B
Apical	Duramen	5.2	0.2	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.20320  
Error: 0.1371 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	Mixto	6.1	0.4	A
Media	Mixto	5.84	0.8	A
Apical	Mixto	5.79	0.7	A
Basal	Duramen	5.77	0.6	A
Media	Duramen	5.44	0.5	A
Apical	Duramen	5.2	0.2	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

## Anexo 12. Cuadros de datos de comparaciones *Platymiscium yucatanum*, de % contracción radial.

### *Platymiscium yucatanum*

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.39367  
Error: 0.0259 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	3	4.14	0.02	A
Basal	1	4.06	0.38	A B
Media	3	3.97	0.16	A B C
Apical	3	3.82	0.19	A B C
Media	1	3.68	0.11	B C
Apical	1	3.62	0.27	C
Media	2	3.1	0.19	D
Basal	2	3.09	0.1	D
Apical	2	3.04	0.28	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71888  
Error: 0.0259 gl: 6

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	3	4.14	0.02	A
Basal	1	4.06	0.38	A
Media	3	3.97	0.16	A
Apical	3	3.82	0.19	A
Media	1	3.68	0.11	A B
Apical	1	3.62	0.27	A B
Media	2	3.1	0.19	B
Basal	2	3.09	0.1	B
Apical	2	3.04	0.28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.32143  
Error: 0.0259 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	Mixto	3.87	0.62	A
Apical	Mixto	3.66	0.38	A B
Basal	Duramen	3.65	0.58	A B
Media	Mixto	3.61	0.34	A B C
Media	Duramen	3.55	0.56	B C
Apical	Duramen	3.32	0.43	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* TIPO

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52279  
Error: 0.0259 gl: 6

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	Mixto	3.87	0.62	A
Apical	Mixto	3.66	0.38	A B
Basal	Duramen	3.65	0.58	A B
Media	Mixto	3.61	0.34	A B
Media	Duramen	3.55	0.56	A B
Apical	Duramen	3.32	0.43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



### Anexo 13. Cuadros de datos de comparaciones D. retusa var. cuscatlanica, de densidad básica.

#### Dalbergia retusa var. cuscatlanica

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.05485

Error: 0.0002 gl: 2

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	1	0.77	0.03	A
Basal	1	0.76	0.04	A
Media	2	0.75	0.01	A
Basal	2	0.75	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08833

Error: 0.0002 gl: 2

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	1	0.77	0.03	A
Basal	1	0.76	0.04	A
Media	2	0.75	0.01	A
Basal	2	0.75	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.05485

Error: 0.0002 gl: 2

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	Mixto	0.78	0	A
Media	Mixto	0.77	0.03	A B
Media	Duramen	0.75	0.01	A B
Basal	Duramen	0.72	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08833

Error: 0.0002 gl: 2

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	Mixto	0.78	0	A
Media	Mixto	0.77	0.03	A
Media	Duramen	0.75	0.01	A
Basal	Duramen	0.72	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

### Anexo 14. Cuadros de datos de comparaciones D. retusa var. cuscatlanica, de % contracción longitudinal

#### Dalbergia retusa var. cuscatlanica

Altura \* Arbol

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.20611

Error: 0.0083 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	2	0.28	0.13	A
Basal	2	0.25	0.08	A
Media	1	0.25	0.02	A
Basal	1	0.25	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Altura \* Arbol

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30221

Error: 0.0083 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	2	0.28	0.13	A
Basal	2	0.25	0.08	A
Media	1	0.25	0.02	A
Basal	1	0.25	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Altura \* Tipo

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25244

Error: 0.0083 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	DURAMEN	0.33	0.13	A
Basal	DURAMEN	0.28	0.09	A
Media	MIXTA	0.25	0.03	A
Basal	ALBURA	0.25	0.02	A
Basal	MIXTA	0.23	0.06	A
Media	ALBURA	0.22	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Altura \* Tipo

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43116

Error: 0.0083 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	DURAMEN	0.33	0.13	A
Basal	DURAMEN	0.28	0.09	A
Media	MIXTA	0.25	0.03	A
Basal	ALBURA	0.25	0.02	A
Basal	MIXTA	0.23	0.06	A
Media	ALBURA	0.22	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



## Anexo 15. Cuadros de datos de comparaciones D. retusa var. cuscatlanica, de % contracción tangencial.

### Dalbergia retusa var. cuscatlanica

Altura \* Arbol

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.05399  
Error: 0.2162 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	2	6.59	0.95	A
Basal	2	6.47	1.56	A
Media	1	6.47	1.56	A
Basal	1	6.03	1.67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Arbol

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.54538  
Error: 0.2162 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	2	6.59	0.95	A
Basal	2	6.47	1.56	A
Media	1	6.47	1.56	A
Basal	1	6.03	1.67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Tipo

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.29087  
Error: 0.2162 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	ALBURA	8.05	0.21	A
Media	ALBURA	7.91	0.33	A
Media	MIXTA	6.06	0.23	B
Basal	MIXTA	5.78	0.44	B
Media	DURAMEN	5.63	0.83	B
Basal	DURAMEN	4.92	0.3	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Tipo

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.20481  
Error: 0.2162 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	ALBURA	8.05	0.21	A
Media	ALBURA	7.91	0.33	A B
Media	MIXTA	6.06	0.23	A B C
Basal	MIXTA	5.78	0.44	B C
Media	DURAMEN	5.63	0.83	C
Basal	DURAMEN	4.92	0.3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 16. Cuadros de datos de comparaciones D. retusa var. cuscatlanica, de % contracción radial.

### Dalbergia retusa var. cuscatlanica

Altura \* Arbol

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.41985  
Error: 0.0343 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	2	4.56	0.33	A
Basal	2	4.11	0.39	B
Media	1	3.96	0.37	B
Basal	1	3.83	0.76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Arbol

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61558  
Error: 0.0343 gl: 4

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	2	4.56	0.33	A
Basal	2	4.11	0.39	A B
Media	1	3.96	0.37	A B
Basal	1	3.83	0.76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Tipo

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.51420  
Error: 0.0343 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	ALBURA	4.66	0.39	A
Basal	ALBURA	4.61	0.08	A
Media	MIXTA	4.15	0.45	A B
Media	DURAMEN	3.98	0.43	B C
Basal	MIXTA	3.84	0.23	B C
Basal	DURAMEN	3.48	0.44	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Altura \* Tipo

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.87826  
Error: 0.0343 gl: 4

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	ALBURA	4.66	0.39	A
Basal	ALBURA	4.61	0.08	A
Media	MIXTA	4.15	0.45	A B
Media	DURAMEN	3.98	0.43	A B
Basal	MIXTA	3.84	0.23	A B
Basal	DURAMEN	3.48	0.44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## Anexo 17. Cuadros de datos de comparaciones *Dalbergia calderonii*, de densidad básica.

ALTURA \* ARBOL

*Dalbergia calderonii*

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.08009

Error: 0.0008 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	Fisher
Media	1	0.92	0.04	A
Basal	2	0.91	0.05	A
Basal	1	0.9	0.08	A
Media	2	0.85	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12144

Error: 0.0008 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	Tukey
Media	1	0.92	0.04	A
Basal	2	0.91	0.05	A
Basal	1	0.9	0.08	A
Media	2	0.85	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ALURA \* TIPO

ALURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.09989

Error: 0.0008 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	Fisher
Basal	Duramen	0.96	0.01	A
Media	Duramen	0.93	0.04	A B
Basal	Mixto	0.93	0.02	A B
Media	Mixto	0.87	0.87	A B
Basal	Albura	0.84	0.05	B
Media	Albura	0.82	0	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17838

Error: 0.0008 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	Tukey
Basal	Duramen	0.96	0.01	A
Media	Duramen	0.93	0.04	A
Basal	Mixto	0.93	0.02	A
Media	Mixto	0.87	0.87	A
Basal	Albura	0.84	0.05	A
Media	Albura	0.82	0	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 18. Cuadros de datos de comparaciones *Dalbergia calderonii*, de % contracción longitudinal.

ALTURA \* ARBOL

*Dalbergia calderonii*

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.12730

Error: 0.0021 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	2	0.3	0.13	A
Basal	2	0.16	0.14	B
Media	1	0.11	0.14	B
Basal	1	0.08	0.2	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19303

Error: 0.0021 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	2	0.3	0.13	A
Basal	2	0.16	0.14	A B
Media	1	0.11	0.14	B
Basal	1	0.08	0.2	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ALURA \* TIPO

ALURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.15877

Error: 0.0021 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Media	Albura	0.43	0	A
Basal	Duramen	0.29	0.03	A
Media	Mixto	0.26	0.06	A B
Basal	Mixto	0.13	0.03	B C
Media	Duramen	0.1	0.12	C D
Basal	Albura	-0.05	0.11	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28352

Error: 0.0021 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Media	Albura	0.43	0	A
Basal	Duramen	0.29	0.03	A B
Media	Mixto	0.26	0.06	A B
Basal	Mixto	0.13	0.03	B C
Media	Duramen	0.1	0.12	B C
Basal	Albura	-0.05	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## Anexo 19. Cuadros de datos de comparaciones *Dalbergia calderonii*, de % contracción tangencial.

### Dalbergia calderonii

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.35982  
Error: 0.2434 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	1	8.04	1.58	A
Basal	2	7.43	0.95	A B
Media	2	6.59	1.23	B
Media	1	6.3	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:TUKEY Alfa=0.05 DMS=2.06195  
Error: 0.2434 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	1	8.04	1.58	A
Basal	2	7.43	0.95	A
Media	2	6.59	1.23	A
Media	1	6.3	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.69599  
Error: 0.2434 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	Albura	9.15	0.9	A
Media	Albura	7.81	0	A B
Basal	Mixto	7.38	0.41	B
Basal	Duramen	6.69	0.01	B C
Media	Mixto	6.47	0.17	B C
Media	Duramen	5.8	0.62	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:TUKEY Alfa=0.05 DMS=3.02864  
Error: 0.2434 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	Albura	9.15	0.9	A
Media	Albura	7.81	0	A B
Basal	Mixto	7.38	0.41	A B
Basal	Duramen	6.69	0.01	A B
Media	Mixto	6.47	0.17	A B
Media	Duramen	5.8	0.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

## Anexo 20. Cuadros de datos de comparaciones *Dalbergia calderonii*, de % contracción radial.

### Dalbergia calderonii

ALTURA \* ARBOL

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.27299  
Error: 0.0098 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	2	4.81	0.87	A
Media	2	4.24	0.72	B
Basal	1	3.77	1	C
Media	1	3.71	0.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALTURA \* ARBOL

Test:TUKEY Alfa=0.05 DMS=0.41395  
Error: 0.0098 gl: 3

Altura	Arbol	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	2	4.81	0.87	A
Media	2	4.24	0.72	B
Basal	1	3.77	1	C
Media	1	3.71	0.16	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.34048  
Error: 0.0098 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	FISHER
Basal	Albura	5.33	0.65	A
Media	Albura	5.05	0	A
Basal	Mixto	4.04	0.69	B
Media	Mixto	3.92	0.13	B C
Media	Duramen	3.63	0.05	C D
Basal	Duramen	3.51	0.86	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ALURA \* TIPO

Test:TUKEY Alfa=0.05 DMS=0.60802  
Error: 0.0098 gl: 3

Altura	Tipo	Medias	Desv. Est.	TUKEY
Basal	Albura	5.33	0.65	A
Media	Albura	5.05	0	A
Basal	Mixto	4.04	0.69	B
Media	Mixto	3.92	0.13	B
Media	Duramen	3.63	0.05	B
Basal	Duramen	3.51	0.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)