



DIVERSIDAD TAXONOMICA Y FUNCIONAL DE LA FAMILIA CELASTRACEAE  
EN NORTE DE SANTANDER. COLOMBIA

LESLY GERALDINE FLOREZ FORERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS

PROGRAMA DE BIOLOGIA

PAMPLONA, COLOMBIA

2022

DIVERSIDAD TAXONOMICA Y FUNCIONAL DE LA FAMILIA CELASTRACEAE  
EN NORTE DE SANTANDER. COLOMBIA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE BIÓLOGO

DIRECTOR: LUIS ROBERTO SANCHEZ MONTAÑO

GRUPO DE INVESTIGACION: RECURSOS NATURALES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS

PROGRAMA DE BIOLOGIA

PAMPLONA, COLOMBIA

2022

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
Planteamiento del problema.....	10
Justificación.....	12
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
Norte de Santander.....	16
Diversidad taxonómica.....	17
Diversidad funcional .....	18
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos.....	19
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
Área de estudio.....	20
Fase de campo.....	21
Fase de laboratorio .....	22
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
Clave dicotómica de géneros.....	27
Claves dicotómicas para especies.....	29
Descripciones .....	30
Rasgos funcionales.....	47

Análisis de componentes principales .....	52
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>59</b>

## TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación Norte de Santander en mapa de Colombia</i> .....	20
Figura 2. <i>Zonas de muestreos y toma de muestras en campo</i> .....	22
Figura 3. <i>Liana de Cheilochlinium hippocrateoides, especie encontrada en la vereda Cubugón, bosque húmedo-tropical del sarare</i> .....	34
Figura 4. <i>Botones florales y pedicelos de Cheilochlinium hippocrateoides</i> .....	35
Figura 5. <i>Frutos y semillas de Ch. hipocrateoides</i> .....	35
Figura 6. <i>Arbusto Flores y frutos de Euonymus cultivado en la universidad de pamplona</i> .....	37
Figura 7. <i>Flores de Maytenus parvifolia</i> .....	38
Figura 8. <i>Frutos de Maytenus parvifolia</i> .....	39
Figura 9. <i>Rama de árbol con flor de Monteverdia karstenii</i> .....	41
Figura 10. <i>Flores de schaefferia frutescens.</i> .....	44
Figura 11. <i>Frutos de Schaefferia frutescens.</i> .....	45
Figura 12. <i>Frutos y flores de zinowiewia australis</i> .....	46
Figura 13. <i>Comparación del comportamiento de los diferentes rasgos funcionales entre las especies encontradas en cada zona de vida de las tres zonas de vida evaluadas</i> .....	47

Figura 14. <i>Comparación de rasgos funcionales por cada de las especies encontradas en las tres zonas de vida evaluadas</i> .....	50
Figura 15. <i>Análisis de componentes principales de las especies</i> .....	52
Figura 16. <i>Análisis de componentes principales de las tres zonas evaluada.</i> .....	53
Figura 17. <i>Distribución de las especies de Celastraceae en Norte de Santander</i> .....	54
Figura 18. <i>Norte de Santander Humedad relativa y temperatura promedio anual</i> .....	55

## TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Tabla de las especies de los nuevos registros con las localidades y las zonas de vida donde fueron encontradas</i> .....	27
<b>Tabla 2.</b> <i>Prueba de contraste de hipótesis</i> .....	49
<b>Tabla 3.</b> <i>Tabla de promedio de datos de los rasgos funcionales</i> .....	60
<b>Tabla 4.</b> <i>Promedio datos estomas para comparación de rasgos funcionales</i> .....	61
<b>Tabla 5.</b> <i>Tabla de componentes principales</i> .....	62

## RESUMEN

En Colombia se han realizado estudios de la familia Celastraceae a nivel taxonómico y palinológico para identificar la composición de especies y la distribución geográfica, dando a conocer que este grupo de plantas se registra con mayor diversidad en las regiones andinas, sub-andino y tropical. A pesar de esto, hay una falta de exploración en el territorio de Norte de Santander en donde la distribución y la riqueza de las especies deben estar determinadas por las diferentes zonas de vida, que a la vez están condicionadas por variables ambientales, como el clima y la altitud; por lo tanto se llevó a cabo la caracterización taxonómica de las especies de Celastraceae en Norte de Santander, abarcando 3 zonas de vida, mediante la exploración en campo y algunos registros del herbario HECASA con el objetivo de establecer diferencias taxonómicas y funcionales de esta familia encontradas en las zonas de vida: bosque seco tropical, bosque andino y bosque alto andino. Se tuvieron 4 nuevos registros de genero para esta familia los cuales son *Celastrus*, *Monteverdia*, *Pristimera* y *Salacia* en 6 nuevos registros de especies para la flora de Norte de Santander con la creación de claves dicotómicas para la identificación de cada una de estas en el departamento hallando también diferencias significativas en los rasgos

funcionales para la especie *Cheiloclinium hipocrateoides* encontrada en el municipio de Toledo, bosque húmedo seco-tropical.

### **Abstract**

In Colombia, studies of the Celastraceae family have been carried out at a taxonomic and palynological level to identify the species composition and geographic distribution, revealing that this group of plants is recorded with the greatest diversity in the Andean, sub-Andean and tropical regions. Despite this, there is a lack of exploration in the territory of Norte de Santander, where the distribution and richness of the species must be determined by the different life zones, which in turn are conditioned by environmental variables, such as climate and the altitude; therefore, the taxonomic characterization of the Celastraceae species in Norte de Santander was carried out, covering 3 life zones, through field exploration and some records from the HECASA herbarium with the aim of establishing taxonomic and functional differences of this family found in the life zones: tropical dry forest, Andean forest and high Andean forest. There were 4 new genus records for this family, which are *Celastrus*, *Monteverdia*, *Pristimera* and *Salacia* in 6 new records of species for the flora of Norte de Santander with the creation of dichotomous keys for the identification of each one of these in the department. also finding significant differences in

the functional traits for the species *Cheiloclinium hipocrateoides* found in the municipality of Toledo, dry-tropical humid forest.

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

Celastraceae es una diversa familia de plantas, cuyos integrantes habitan en diferentes ecosistemas tanto de tierras bajas como altas, y desde secos hasta muy húmedos; varias de ellas con propiedades farmacológicas de las cuales sobresalen por su actividad antiviral varias especies de *Maytenus* y *Monteverdia*. Especies de estos géneros también habitan en ecosistemas de bosque seco de Cúcuta y en los alrededores de Pamplona (Norte de Santander), muchas de estas también son reconocidas por sus frutos y por los diferentes tipos de inflorescencias; por ello, la clasificación o distinción entre los géneros es compleja. (Sánchez y Fernández, 2000).

Las contribuciones más importantes de este siglo a la taxonomía de las Celastraceae, de las Américas, las hizo Cyrus Lundell (1938), comenzando con una revisión de *Microtropis*, *Wimmeria* y *Zinowiewia* además de continuar con el trabajo de (Lundell, (1939)) hasta la

última edición 1987 que trata la descripción de una nueva especie de *Zinowiewia*. En los últimos años ha descrito un gran número de especies. Este autor describe nuevas especies en todos los géneros americanos de esta familia. En 1961 describió el género *Quetzalia*, típico de Mesoamérica, que estaba incluido en *Microtropis*, y que se consideraba restringido a Asia; Uno de sus últimos trabajos fue la sinopsis de *Perrottetia* para el neotrópico en 1985, donde incluyó una clave taxonómica y descripción de las especies.

Actualmente esta familia incluye alrededor de 1210 especies en 98 géneros nativos del nuevo y del viejo mundo; la mayor parte de diversidad se encuentra en los trópicos y subtrópicos. Celastraceae se componen de árboles de hojas perennes o a veces caducas, arbustos, lianas, o con menos frecuencia herbáceas. (Simmons, 2008) En Colombia actualmente se registran 20 géneros y 77 especies de los cuales 4 especies nativas y una introducida han sido recolectadas en Norte de Santander, con distribución en los diferentes rangos altitudinales como lo es *Cheiloclinium cognatum* entre los 0-900 m, *Eonymus japonicus* entre 1800-2600 m, *Maytenus parvifolia* entre 2200-3000 m, *Schaefferia frutescens* 0-1100 m y *Zinowiewia australis* 2610-2750m. (Colombia, 2020)

Norte de Santander es geográficamente diverso; incluye montañas, páramos, mesetas, llanuras y cerros, con ambientes de diferentes elevaciones; esto lo hace extremadamente rico en paisaje y clima. Ríos y lagunas recorren su territorio. Está ubicado en la región nororiental de la República de Colombia sobre la Cordillera Oriental. Limita al norte y este con Venezuela entre los 6°58' y 9°18' de latitud N y los 72°03' y 73°35' de longitud O, al sur con los departamentos de Boyacá y Santander, que también colinda con el oeste, al igual que César. En la comarca se caracterizan tres zonas diferenciadas: la primera, la Serranía de los Motilones, se caracteriza por una zona muy accidentada, de la que existen

tramos elevados, aún cubiertos por bosque; el segundo ramal está formado por un ramal que sobresale del cruce de Santurbán, con una elevación de hasta 3.329 m, como el páramo de Tama; y la tercera zona, que corresponde a las laderas y valles del Catatumbo, es una región muy húmeda, con abundantes lluvias y una población bastante dispersa. El área de influencia del río Catatumbo tiene una temperatura promedio de 22 grados C, mientras que, en el área de Cúcuta, cambia de seco a muy seco; Y en las montañas, hay muchos tipos diferentes de climas, desde temperaturas muy frías, incluyendo menos de 12 °C. Un rico sistema hidrológico administra el departamento con tres cuencas de gran importancia ecológica y social: al norte la del Catatumbo, al occidente está el valle del río Magdalena y al suroeste la del río Orinoco. Entre los principales accidentes geográficos se halla la Serranía de los Motilones, Cerro Bobali y Páramos de Cáchira, Santurbán y Tama; En el territorio la mayor temperatura se presenta hacia la frontera con Venezuela entre Cúcuta y Tibú donde se tienen medias de 28° C. asociada con la menor altitud que es de 75 m.s.n.m. mientras las mayores altitudes se presentan en los municipios de Chitagá, Silos y Mutiscua donde se superan los 4200 m.s.n.m. y por ende las menores temperaturas de hasta 5°C. (

## **Justificación**

Por lo general, la abundancia de individuos de esta familia tiende a ser baja, por lo que, debido a la transformación de hábitats (perdida de cobertura natural), las especies pueden estar en riesgo de extinción local; por lo anterior, el presente estudio contribuirá con información respecto a distribución y frecuencia de registros que pueden orientar hacia el desarrollo de planes de conservación. Estudiar la biodiversidad del departamento Norte de Santander es importante, ya que brinda servicios ambientales fomentando la elaboración del catálogo de plantas y líquenes del departamento, los estudios realizados se han quedado

cortos en muchas regiones del territorio, por lo que, con nuevas exploraciones, el número de especies reportadas para esta familia puede aumentar.

## MARCO TEÓRICO

Entre los primeros nombres de especies para esta familia que habitan en los ecosistemas colombianos, se ubican en los géneros *Celastrus*, *Euonymus*, *Hippocratea* y *Salacia*, establecidos por Linneo (1737, 1767). Luego son descritos: *Crossopetalum* por P. Browne (1756), *Myginda* y *Schaefferia* por Jacquin (1760) en la elaboración de la flora del Caribe. Hacia 1784. Molina J. nombra a *Maytenus* a partir de ejemplares colectados en Chile, siendo la especie tipo *M. boaria*, algunas de las especies colombianas inicialmente fueron establecidas por Ruiz Y Pavon (1802) para la flora peruana y Chilena e inicialmente descritas en *Celastrus* y en *Haenkea* (*Maytenus*). Igualmente, esos autores describen el género *Anthodon* con la especie *A. decussatus* (1798), que crece en el territorio colombiano. Turczaninoff (1859) publica a *Zinowiewia*, inicialmente con 2 especies con base en plantas colectadas en Centro América. Reissek S. (1861) en el tratamiento de *Celastrineae* R. Brown para la flora Brasiliensis de K. F. von Martius publica 63 especies de *Maytenus*. El primer tratamiento de la familia para Colombia lo hicieron Triana y Planchon (1878) en el Prodrómus Flora Novo Granatensis donde describe los géneros *Celastrus*, *Maytenus* y

*Perrottetia* en Celastraceae y *Hippocratea* y *Salacia* en Hippocrateaceae. A. Smith (1940) hace la revisión de las especies americanas de Hippocrateaceae en donde se establecen 12 géneros de los cuales uno nuevo, constituidos por 97 especies de ellas 40 nuevas y 39 combinaciones nuevas. Después de esta obra se hace una revisión como trabajo de grado de maestría por Sánchez-M. (2000) donde se tratan las actuales Celastroideae con 10 géneros y unas 40 especies donde se incluía a *Goupia*, género que actualmente es separado en Goupiaceae y de igual manera ocurre con *Perrottetia* que ha sido transferido a Dipentodontaceae. Posteriormente Lombardi (2014) hace la revisión para el Neotrópico de las antiguas Hippocrateaceae que hacen parte de Celastraceae como subfamilias Hippocrateoide y Salacioide. En 2017 Biral aborda la sistemática y filogenia de *Maytenus* para el neotrópico, hallando que es un grupo polifilético transfiriendo la mayoría de especies a Monteverdia, mientras que las de hojas crasas las delimita dentro de Tricerma.

La característica más evidente de esta familia es la pulpa anaranjada o roja del arilo generalmente cubriendo la semilla. Los pequeños racimos de flores verdes suelen tener partes florales en número de 4 o 5. Las flores usualmente son bisexuales, aunque algunos géneros como *Schaefferia* tiene flores unisexuales. Hay un pistilo con un ovario superior rodeado por un disco de néctar. (Vines, 2021) Hojas alternas u opuestas; simples a veces coriáceas, con pequeñas estipulas o sin ellas, flores pequeñas verdosas, regulares, bisexuales, o unisexuales, generalmente dispuestas en inflorescencias cimosas; sépalos y pétalos insertos sobre o bajo el borde de un disco conspicuo o a veces inconspicuo, carnoso, glanduloso; 3-5 sépalos libres o soldados en la base, 3-5 pétalos libres (rara vez ausentes) estambres 3-5 , alternando con los pétalos e insertos en el disco; anteras con 2 tecas y dehiscencia longitudinal (*Hipocratea* transversal); ovario supero formado por 2-5 carpelos

soldados con 2-5 cavidades, cada una generalmente con dos (algunas veces 1 rara vez muchos), óvulos erectos sobre placentas axilares; un solo estilo muy corto terminado en un estigma capitado o con 2-5 lóbulos, fruto capsula loculicida o indehiscente, sámara baya o drupa; semillas con un gran embrión recto rodeado de endospermo carnoso y con frecuencia cubierta de un arilo de colores brillantes que constituye a facilitar su dispersión por medio de los pájaros.

Al hablar de la distribución de las Celastraceae se reconoce al ser más diversa en las regiones tropicales y cálidas del mundo. En el Neo trópico, los principales centros de diversidad común y endémica se encuentran en México y América Central. Además de la Amazonía brasileña. (Udelar, 2017) En Colombia se han realizado estudios como: Revisión taxonómica de la familia Celastraceae para la flora de Colombia (Sánchez-M. & Fernández Alonso, 2000). Bogotá G., & Sánchez L. (2001) caracterizaron taxonómicamente la familia, encontrando que *Perrottetia* y *Goupia* eran los más disimiles en su morfología, lo que refuerza la separación de estos dos clados.

Entre las características taxonómicas de especies de esta familia que se encuentran en Norte de Santander están para las del género: *Maytenus* el cual es morfológicamente diverso con habito de árboles o arbustos con hojas alternas, inflorescencias axilares de varios tipos, flores bisexuales o unisexuales en plantas monoicas o dioicas, flores de 4 o 5 meras, disco intraestaminal, ovarios de 2 o 3 loculares, uno o dos óvulos erectos (es decir, placentación basal) por lóculo, cápsulas loculicidamente dehiscentes y arilos que envuelven parcial o completamente las semillas. (McKenna et al., 2011) *Celastrus* se puede reconocer por su habito tipo liana de hojas simples, alternas, cimas axilares o terminales con flores bisexuales o unisexuales de color verde pálido en su mayoría 5-meras, cápsulas de 3 a 6

semillas y semillas (5 mm de largo) cubiertas por un arilo carnosos rojo o naranja distintivo. Excepcionalmente, siete especies en América Central y del Sur y cinco especies en el este de Asia tienen solo una semilla relativamente más grande (8 mm de largo) por fruto (Mu et al., 2012). También se destacan las características de *zinowiewia sebastianii* como una nueva especie de los bosques alto andinos de la cordillera oriental en el departamento de Boyacá (Colombia) (Favio Gonzalez, 2015) Esta especie se destaca por tener sámaras con un ala apical; la mayoría son árboles grandes (>20 m de altura) con troncos reforzados, tienen diminutas flores pentámeras dispuestas en cimas dicasiales (Favio Gonzales, 2015).

### **Norte de Santander**

Como se mencionó previamente, Norte de Santander abarca diferentes rangos altitudinales facilitando una comparación con base en la adaptación de las plantas, en este caso de las Celastraceae en cada uno de dichos rangos donde se consolidan las zonas de vida, entre estas el bosque seco tropical que se define como un ecosistema ubicado entre 0 y 1000 m de altitud, con una temperatura promedio superior a 24°C y una precipitación anual de 700 a 2000 m.s.n.m, en el territorio de Colombia se calculó una extensión de unos 8 millones de hectáreas, con unas 70 mil en los alrededores de Cúcuta. La cubierta forestal árida ayuda a proteger los suelos de la erosión y la sequía contribuyendo a mantener el ciclo hidrológico de absorción, almacenamiento y liberación de aguas pluviales y subterráneas. Otros servicios ambientales importantes que son proporcionados por los bosques secos tropicales son la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono que hace también sus aportes en la regulación del cambio climático global. Debido a la adaptación climática y geográfica, las especies de bosques áridos presentan un alto grado de endemismo. Esta situación también demuestra la vulnerabilidad y el alto riesgo de perder especies altamente

adaptables en este ecosistema. (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, 2015)

De igual forma tomamos en cuenta el parque natural Regional Santurbán Mutiscua-Pamplona que se encuentra en la unidad biogeográfica de Santurbán, territorio en el que los Departamentos de Santander y Norte de Santander comparten cerca de 200.000 has de páramos y bosques alto andinos. (CORPONOR, 2013). El Parque fue declarado el 28 de diciembre de 2015 bajo la categoría de un parque natural Regional. Sus 9.389 hectáreas abarcan un rango altitudinal entre los 2.102 y los 4.135 m.s.n.m. cubriendo las formaciones vegetales conocidas como bosque andino, alto andino y páramos en parte del nudo de Santurbán. Políticamente se encuentra en el departamento de Norte de Santander, compartido entre los municipios de Mutiscua y Pamplona, comprende territorios de las veredas La Plata, San Isidro, Ospina, Sucre y Tapagua y Valegra en el municipio de Mutiscua y Caima, Alizal, Iscaligua, Peñas y Chinchipa en el municipio de Pamplona.

### **Diversidad taxonómica**

La diversidad taxonómica es uno de los puntos claves a tener en cuenta por medio de esta investigación ya que se refiere a la variación pasada y actual de organismos en cada uno de los niveles que constituyen la jerarquía taxonómica en este caso diferentes especies de Celastraceae en Norte de Santander siendo las expresiones más utilizadas de la diversidad taxonómica la riqueza taxonómica (número de especies presentes en el territorio de estudio) y dispersión taxonómica (número de taxones mayores representados en el mismo territorio). (Francisco Ortega y Fernando Escaso, 2012). Como también se evaluó la diversidad funcional de la cual en la actualidad existe poca información, consiste en valores de las especies más abundantes, la variedad de los valores de rasgos encontrados en la comunidad

o el valor de los rasgos de especies particulares tiene mayor influencia sobre los procesos ecosistémicos. Diferentes investigaciones han mostrado que los rasgos funcionales de las especies dominantes en una comunidad son los que determinan los procesos de los ecosistemas respondiendo a la hipótesis de razón de biomasa –biomass ratio hypothesis– formulada por Grime (1998), la cual propone que los rasgos particulares de especies abundantes son los que contribuyen con la tasa y magnitud de los procesos ecológicos a una escala local. La valoración de las especies dominantes en una comunidad también permite contar con una buena representación de la comunidad en estudio y aporta suficiente información para interpolar los datos de los rasgos del nivel individual al ecosistémico. En síntesis, la ecología funcional permite, interpretar las distintas estrategias de adaptación de las especies, mediante la incorporación de rasgos funcionales de fácil medición y con aproximaciones costo eficientes y ascender en niveles de organización biológica para predecir el comportamiento de las especies a los cambios ambientales que permitan pronosticar el posible impacto en la organización de las comunidades y en los procesos de los ecosistemas. Se requiere desarrollar una investigación básica permanente para encontrar nuevos rasgos funcionales en cada ecosistema, que contribuyan a explicar cómo las especies se apropian y adecúan su ambiente para lograr el éxito en la supervivencia y evolución y el impacto que causan en los procesos de ajuste y cambio de los ecosistemas y de los individuos dentro de su hábitat. Dicha información, para causar respuestas útiles, debe fundamentarse en la aplicación de protocolos de medición comparable y de su organización en grandes bases de datos de fácil manejo y acceso (Salgado Negret, 2015).

### **Diversidad funcional**

Uno de los propósitos de la ecología funcional es explicar cómo los rasgos funcionales

cambian entre y dentro de las especies y este valor que significado ecológico y adaptativo manifiesta. En las hojas las estrategias de gasto y adquisición de recursos se manifiesta a lo largo de un espectro de formas, tamaños y grosor foliar, con patrones estructurales y funcionales de rasgos a nivel global y en especies agrupadas en formas de crecimiento, bioma y clima, independientemente de sus parentescos evolutivos y la ubicación geográfica. Se han encontrado así mismo correlaciones entre las características de la hoja y la madera en los bosques tropicales, principalmente debido a las diferencias en la estructura del xilema que probablemente influya en el estado hídrico de la hoja porque incide en la tasa de fotosíntesis y por ende en el crecimiento de las especies. (Salgado Negret, 2015)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Establecer diferencias entre la diversidad taxonómica y funcional de especies de Celastraceae en tres zonas de vida de Norte de Santander.

### **Objetivos específicos**

- Identificar taxonómicamente las especies de la familia celastraceae distribuidas en las tres zonas de vida de Norte de Santander.
- Establecer el comportamiento de algunos rasgos funcionales en especies de celastráceas encontradas en las áreas de estudio.
- Comparar la diversidad funcional de diferentes rasgos morfológicos entre las especies de Celastraceae de las tres zonas de vida.

## **METODOLOGÍA**

### **Área de estudio**

Este trabajo se realizó en el departamento de Norte de Santander el cual cuenta con una geografía variada; ya que la cordillera oriental hace parte de este territorio lo que permite la formación de serranías, paramos, mesetas, llanuras y cerros y municipios de diferentes alturas variando desde los 75 m hasta los 4200, con áreas en ambos flancos de la cordillera; lo que lo hace rico en paisajes y climas, el departamento se caracteriza por manejar diferentes tipos de regiones en las que se contemplan regiones muy quebradas en las que hay partes muy altas cubiertas con selva, como también regiones húmedas de altas precipitaciones, mientras que zonas como Cúcuta varía de seco a muy seco y en el área montañosa se presenta gran variedad de climas; en el territorio departamental están presentes los pisos térmicos cálido, medio, frío y paramo. (Gobernación de Norte de Santander, 2022).

### **Figura 1.**

*Ubicación Norte de Santander en mapa de Colombia.*



## **Fase de campo**

Para la caracterización taxonómica de celastráceas en tres zonas de vida se realizaron recorridos de exploración considerando fragmentos de bosque con poco disturbio en base a imágenes de cobertura y en las altitudes donde previamente han sido reportadas.

Dividiendo cada una de las zonas donde han sido reportadas y para toma de nuevas muestras de la siguiente manera

Zona de vida andina: Vereda el Escorial, Monte dentro, vereda Chichira y Fontibón

Zona de vida bosque andino: de la vereda Sabaneta las cuales se encuentran en los rangos altitudinales entre: 2400 y 2900 metros de elevación.

Zona de vida sub-andino vereda Mata Jira, vereda Buenos Aires encontrándose entre los 1100 y 1600 metros de elevación.

Zona de vida bosque seco-tropical vereda San Pedro municipio de Cúcuta y vereda la Garita y los Vados municipio los Patios entre los 400 y 900 metros de altitud.

Zona de vida bosque húmedo tropical Veredas el Cubugon y Santa Marta del municipio de Toledo desde 400 a 800 metros de elevación.

También se realizaron nuevas exploraciones en los municipios de Ragonvalia y Gramalote en zonas con franjas de bosque con poco grado de intervención que es donde usualmente se han encontrado los individuos de las distintas especies de esta familia. En rangos altitudinales entre 1400 y 2000 m.s.n.m

## **Figura 2.**

*Zonas de muestreos y toma de muestras en campo*



**Imagen A.** Toma de muestras en campo, marcado de cada una de las muestras, bolsas ziploc. **Imagen B.** Exploraciones en bosque seco-tropical región del sarare, Toledo.

**Imagen C.** Exploraciones en bosque andino.

## **Fase de laboratorio**

### **Componente taxonómico**

En cada una de las zonas se tomaron, recolectaron muestras que no excedieron los 30x40 cm de área, en bolsas ziploc con algodón para la preservación de la humedad. Se tomo nota de habito, forma de ramificación, coloración de las hojas, ramas inflorescencias y frutos. Una vez en el herbario de la universidad de pamplona, se tomaron características y fotografías en fresco, aprovechando medición de las hojas, y características de cada muestra como también los frutos y semillas. Se separaron las hojas para la toma de rasgos foliares y las demás se herborizaron, y montaron para la identificación y caracterización taxonómica a través de comparación con las descripciones de cada uno de los géneros y especies, uso de claves taxonómicas y a partir de imágenes virtuales suministradas por herbarios nacionales como herbario Nacional Colombiano (COL), herbario del Jardín botánico de Bogotá (JBB) de la universidad distrital Francisco José de Caldas (UDBC) e internacionales como el herbario del museo de historia natural de París (P), del museo smithsoniano de Washington (US), del FieldMuseum de Chicágo (F), del Jardín botanico de Nueva York (NBYC) del jardín botánico de Kew (K), entre otros

### **Componente funcional**

Para la medición de rasgos foliares se tomaron 5 hojas de cada individuo, teniendo en cuenta el protocolo de Salgado (2016), en los cuales el mínimo de individuos por especie que se tomó en cuenta fueron 4 para los análisis estadísticos.

**Área foliar:** Se calculó el peso en fresco para cada una de las hojas por especie mediante una balanza analítica marca OHAUS. La medición de área foliar, se realizó por medio de fotografías utilizando un fondo blanco, una resolución mínima de 5 Mps con el software ImageJ® (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>). Seguido de esto se tuvieron las hojas en el horno durante 48 horas, a 70°C debidamente prensadas para su respectivo secado, y luego se

volvió a pesar nuevamente para obtener su peso seco y relacionarlo con su respectiva área y así conseguir el valor del área foliar específica. (Negret, 2016)

**Área foliar específica:** Se obtuvo dividiendo el área de una hoja fresca por su peso luego de secarse en el horno. (Negret, 2016)

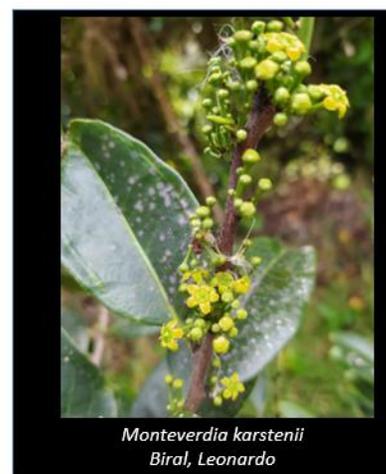
**Índice estomático:** Para cada una de las hojas colectadas, se realizaron impresiones con esmalte transparente de uñas, aplicando una ligera película de esmalte en la superficie foliar (abaxial o adaxial) en este caso se realizó en el lado abaxial donde se encontraron los estomas de las hojas de las celastraceae. Al secar aproximadamente 120 segundos después se removió la película con cinta adhesiva transparente y se colocó en un portaobjetos obteniendo una impresión epidérmica de la hoja. Una vez realizado el procedimiento, se tomó aleatoriamente dos campos de cada impresión en una zona sin nervaduras prominentes, seguido de esto se contaron estomas bajo el microscopio con el objetivo que más se ajuste en este caso se realizó en 40x con esta información se calculó el índice estomático se calculó en un área de la hoja (IE; Salisbury, 1928), de acuerdo con la siguiente expresión:  $IE = [DE / (DE + DCE)] \times 100$ ; donde DE = densidad estomática, y DCE = densidad de células epidérmica. (Alejandro, Michal, Carlos, & Luis, 2003)

## RESULTADOS

Con base en registros previos, exploraciones en distintas regiones del departamento y revisión de muestras del herbario HECASA, se cuenta con un total de 14 especies, pertenecientes a 9 géneros, de los cuales el género *Euonymus* es introducido como planta ornamental

### Nuevos registros

Los nuevos registros que se presentan a través del estudio son los siguientes con fotografías tomadas en campo y tomas de las muestras del herbario con los nombres de cada uno de sus autores.





También se encontraron dos especies las cuales no han sido registradas para el departamento, pero han sido mencionadas en escritos anteriormente como el autor Lombardi en el volumen 114 de la flora neotrópica del 2014.



**Tabla 1.**

*Tabla de las especies de los nuevos registros con las localidades y las zonas de vida donde fueron encontradas.*

<b>Especie</b>	<b>Localidad</b>	<b>Zona de vida</b>
<i>Celastrus meridensis</i>	Municipio de Pamplona, Chitagá, Cacota, Cucutilla	Bosque andino
<i>Cheiloclinium pedunculatum</i>	Municipio de Cúcuta	Bosque seco-tropical
<i>Monteverdia sieberiana</i>	Municipio de Cúcuta y Bochalema	Bochalema Bosque andino
<i>Monteverdia karsteni</i>	Municipio de Pamplona	Bosque húmedo-tropical
<i>Salacia juruana</i>	Municipio de Toledo	Bosque húmedo-tropical
<i>Pristimera celastroides</i>	Municipio de Cúcuta	Bosque seco-tropical
<i>Cheiloclinium hipocrateoides</i>	Municipio de Toledo	Bosque Húmedo-tropical
<i>Salacia cordata</i>	Municipio de Toledo	Bosque sub-andino

A continuación, se presenta la clave para diferenciación de géneros:

### **Clave dicotómica de géneros**

#### CELASTRACEAE

Clave taxonómica a partir de la morfología de las estructuras vegetativas como tallos hojas y de estructuras reproductivas según sus frutos y flores para separar los géneros de la familia celastraceae en Norte de Santander, Colombia.

1. Hojas con disposición alterna ..... 2
  - 1' Hojas con disposición opuesta ..... 5
2. Plantas trepadoras ..... *Celastrus*
  - 2' Árboles u arbustos ..... 3
3. Fruto en drupa color amarillo, flores unisexuales ..... *Schaefferia*
  - 3' Fruto en capsula de color amarillo a anaranjado cuando están maduros, flores bisexuales ..... 4
4. Inflorescencia en cima, fruto con 2 valvas, pericarpio coriáceo ... *Monteverdia*
  - 4' Inflorescencia en racimo, fruto con 3 valvas, pericarpio membranáceo .....  
..... *Maytenus*

5. Plantas trepadoras ..... 6
- 5' Árboles u arbustos ..... 8
6. Fruto en drupa, Inflorescencia en cima ..... 7
- 6' Fruto en sámara, Inflorescencia en panícula ..... Pristimera
7. La flor contiene disco apical, su fruto contiene más de dos semillas ..... Salacia
- 7' La flor contiene disco no continuo, 4-5 lóbulos su fruto contiene dos semillas  
     ..... Cheiloclinum
8. Árbol sub-andino, fruto en sámara entre 1-2 semillas, inflorescencia en cima  
     ..... Zinowiewia
- 8' Arbusto no nativo, cultivado con fruto en drupa 1 semilla, Inflorescencia en cima  
     ..... Euonymus

Clave para identificación de los géneros de la familia celastraceae en Norte de Santander, Colombia a partir de flores y frutos para identificación exacta.

1. Flores de 3 estambres, disco de néctar interno a los estambres ..... 2
- 1' Flores con 4-5 estambres, disco de néctar externo a los estambres ..... 4
2. Fruto en drupa ..... 3
- 2' Fruto en sámara ..... Pristimera
3. Flor con disco cónico continuo, fruto con más de 2 semillas ..... Salacia
- 3' Flor con disco no continuo 4-5 lóbulos, fruto con 2 semillas.....Cheiloclinum
4. Frutos en sámaras, Hojas opuestas ..... Zinowiewia
- 4' Frutos en drupa y en cápsula, Hojas alternas ..... 5
5. Frutos en drupa ..... 6

- 5' Frutos en capsula ..... 7
6. Fruto en drupa inflorescencia en cima y flores bisexuales ..... Euonymus
- 6' Fruto en drupa flores fasciculadas y unisexuales ..... Schaefferia
7. Fruto en capsulas con flores bisexuales, hábito: arboles u arbustos ..... 8
- 7' Frutos en capsulas con flores bisexuales, hábito lianas ..... Celastrus
8. Inflorescencia en cima, frutos con 2 valvas y epicarpio coriáceo ..... Monteverdia
- 8' Inflorescencia en racimo, fruto de 3 valvas, epicarpio membranáceo.....  
 .....Maytenus

## Claves dicotómicas para especies

### Cheiloclinum

1. Inflorescencias tirsoideas, raquis primario recto y obvio ..... C. cognatum
- 1' Inflorescencias dicotómicamente ramificadas ..... 2
2. Estigmas angostos frecuentemente lineales no lobados ..... C. Pedunculatum
- 2' Estigmas amplios bilobados o emarginados ..... C. hipocrateoides

### Maytenus

1. Arbolitos de hojas ovadas, al secarse se observan de color amarillo en el envés, marrón en el haz, margen entera, ápice redondeado; inflorescencia en racimos de más de 3 cm; con brácteas, foliosas reducidas al final de las ramas .....  
 ..... M. blepharodes

1' Arbusto de hojas oblongas, al secarse se observan de color oliváceo, margen denticulado, ápice agudo a obtuso; inflorescencia en racimos de hasta 2 cm, sin brácteas ..... *M. parvifolia*

### **Monteverdia**

1. Hojas lanceoladas a oblongas cactáceas, atenuadas con ápice obtuso; inflorescencias en fascículos con pocas flores..... *M. sieberiana*

1' Hojas ovadas, coriáceas, redondeadas, apiculadas; inflorescencias en fascículos con muchas flores ..... *M. karstenii*

### **Salacia**

1. Hojas cordadas al secarse se presentan o muestran de color oliváceo

..... *S. cordata*

1' Hojas oblongas al secarse se presentan o muestras de color marrón-rojizo

..... *S. juruana*

### **Descripciones**

#### ***Celastrus* L.**

Es un género de unas 65 especies distribuidas en el este de Asia, Oceanía, América y Madagascar, entre las latitudes de 40° S. y 47° N. la mayoría de las especies se encuentran en zonas tropicales y subtropicales. Las 4 especies colombianas se encuentran distribuidas por las 3 cordilleras en las franjas de bosques sub-andino a alto-andinos, normalmente húmedos, poco alterados en altitudes que varían de 1500 a 3000 m. (Sánchez L. R. , 2000)

Las especies colombianas corresponden a lianas hasta de 10 m de largo de tallos lenticelados y hojas con estipulas subuladas; peciolo cilíndrico- acanalado; laminas ovado-elípticas a romboideas, crenado-serradas, inflorescencias axilares, en racimos a veces salen desde la base 2 o 3 ejes a manera de fascículo de racimos o panículas ramificadas solo hacia la base, con ejes principales de hasta 3 cm de largo, flores bisexuales, blanco verdosas, sépalos deltoides, obtusos, sub-enteros; filamentos lineares, disco carnosos, planos, frutos elipsoides, 1 semilla cilíndrica, marrón rosado con areolas oscuras (Sánchez L. R. 2000).

#### 1. *Celastrus meridensis* Pittier

Las plantas de *Celastrus* ubicadas en los alrededores de Pamplona, Norte de Santander se encuentran como bejucos escandentes de alrededor de 4 m. de largos. Ramas dispersas, follaje ralo, tallos delgados con lenticelas ovaladas abundantes de 0,3 a 0,4 mm. de largas, Hojas simples, alternas o sub opuestas forma elíptica a oblongas con largo entre los 6,5 y 7 cm. y de 2,5 a 4 cm de ancho, peciolo acanalado dorsalmente con un cm de largo, limbo de base obtusa, margen aserrada con 3 dientes por cm. desde 1 cm a 1.5 cm de la base, ápice acuminado con acumen de 3-4 mm. de largo; haz oscuro, envés claro, venas prominentes por el envés, brochidodromas con alrededor de 7 a 9 pares de venas secundarias. Inflorescencias axilares en racimos cortos de 10 a 25 mm. de largos, sustentados por unas 3-4 bractéolas ovadas de 0,7 mm de largas; flores dispuestas a lo largo del eje, entre 8 a 13 flores por racimo de pedicelos cortos 1-1,2 mm. de largo con 1 o 2 bractéolas subuladas hasta de 2 mm de longitud; flores 1 mm de diámetro, 5 sépalos unidos en la base, 5 pétalos libres ovado-oblongos de color blanco-crema, 5 estambres de filamentos delgados 0,6 mm de longitud, disco de néctar plano; ovario superior ovado con

estilo corto y estigma simple; frutos en cápsula, cuando inmaduros verdes con dehiscencia en tres valvas; en cada valva dispone una semilla esférica con arilo rosado.

En la colección del herbario Hecasa se tienen pocas muestras con flores.

Material revisado 4585 Luis Roberto Sánchez y estudiantes de Sistemática vegetal;

Colombia Norte de Santander camino de Pamplona a Pamplonita, unos 3 km de

Pamplonita, laderas de matorral, 1900 m, 2 feb. 2000 (HECASA)

### *Cheiloclinum* Miers

Lianas, arbustos o arboles con hojas opuestas o sub opuestas, aunque las especies registradas para este departamento todas son lianas; hojas usualmente ovado-oblongas a oblongas cactáceas, glabras con nervadura brochidodroma, venas terciarias comúnmente conspicuas y más o menos paralelas, ramas opuestas, subcilíndricas a tetragonales; inflorescencias en cimas bastante ramificadas, delimitada por brácteas diminutas; flores en perianto, rotáceas, tubuliformes, campanuliformes, disco columnar, completamente adnato a la pared del ovario y al estilo, estambres de 3 a 5 filamentos aplanados, base rodeada por el disco. Bayas elípticas o esferoides, lisas o lenticulares, inmaduras generalmente con 3-5 bandas más claras y marcadas, epicarpio maduro, esclereidas conspicuas, mesocarpo-endocarpo carnosos.

Este género es endémico del neotrópico, con 12 especies reconocidas, las especies cuando son estériles se pueden asignar tentativamente al género por las hojas. Con venas terciarias conspicuas y más o menos líneas paralelas, aunque esta característica no es visible en todas las especies. (Lombardi, 2014)

#### 1. *Cheiloclinum cognatum* (Miers) A.C. Sm.

Lianas de hasta 6 m. de largas tallos delgados, resistentes, corteza marrón, clara internamente verde rojiza, leñosa; hojas opuestas a sub opuestas con estipulas triangulares, denticuladas; lustrosas envés verde-amarillento, cactáceas. Pecíolos entre 2 a 14 mm, levemente acanalados dorsalmente; láminas elípticas, elíptico-oblongas o rara vez ovaladas, base cuneada o redondeada, margen crenulado, ápice agudo, acuminado, verde grisáceo seco, brillante en la parte abaxial, venas secas verde claro, secundarias prominentes y terciarias prominulas. Inflorescencias en panículas con ramas dispuestas en cimas de ejes cortos, sustentados por bractéolas ovadas, cóncavas de 2 mm de ancho x 2 mm. de largo; Flores de entre 2 a 4 mm de diámetro, sépalos entre 1 a 1.8 mm, triangulares, 5 pétalos libres, enteros, obovados, carnosos, disco 0,5-0,8 verdoso; 3 estambres amarillos; estigma de 3 lóbulos enteros, agudos, ligeramente prominentes. Frutos en bayas elipsoides o esferoides, verde seco, naranja o ennegrecido con 3 bandas longitudinales irregulares. (Lombardi, 2014)

## 2. *Cheiloclinum hippocrateoides* (Peyr.) A.C. Sm.

Distribución: Bosque húmedo-tropical de Toledo sector en las veredas Santa Marta y Cubugón, sector del sarare.

Liana de entre 8 a 10 m de largo, tallos con abundantes lenticelas, marrón claro; hojas opuestas o sub-opuestas estipulas triangulares, denticuladas, cóncavas, pecíolos entre 4 a 20 mm, delgados, teretes; hojas con secado marrón o gris verdoso en la superficie adaxial y marrón claro o marrón verdoso hacia el margen: base cuneada o redondeada, margen crenulado, ápice acuminado o agudo, laminas cactáceas, lustrosas; venas secan de color marrón claro o amarillento en la superficie adaxial. Inflorescencias axilares, entre 1.3 y 9.9 cm de largo, pedúnculos entre 1 a 10 mm, ramas subcilíndricas, de color verde amarillento,

pétalos entre 0.7 y 11 mm elíptico, curvo, engrosado en el centro internamente, erosivo, densamente puberales-papilar en el ápice, disco entre 0.25 a 0.8 mm; 3 estambres, ovario de 3 lóbulos, estigma de 3 lóbulos, óvulos bífidios, ligeramente prominentes. Frutos en bayas de esferoides a elipsoides, secas marrones, marrón rojizo o negruzco, liso amarillo a anaranjado maduro; entre una y dos semillas por fruto, con 0.8 mm de ancho x 2.7 cm de largo. (Lombardi, 2014)

**Figura 3.**

*Liana de Cheiloclinium hippocrateoides, especie encontrada en la vereda Cubugón, bosque húmedo-tropical del sarare.*



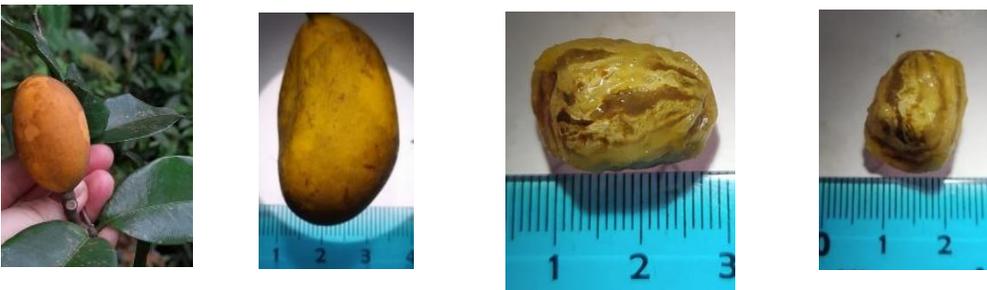
**Figura 4.**

*Botones florales y pedicelos de Cheiloclinium hippocrateoides*



**Figura 5.**

*Frutos y semillas de Ch. hippocrateoides*



3. *Cheilochlinum pedunculatum* (A.C. Sm.) A.C. Sm.

Lianas glabras ramas subcilíndricas, marrón seco, hojas opuestas; estipulas triangulares, anillo interpeciolar; hojas entre 10 a 14.3 cm de largo, elípticas, peciolo cortos 5-8 mm de largos, robustos, teretes; láminas con base cuneada, margen entero, ápice acuminado o agudo, color marrón seco u oscuro en la parte adaxial, gris verdoso o marrón claro en la parte abaxial, venas en hojas secadas de color marrón claro a tenue por la haz, marrón o amarillento por el lado abaxial; promínulas por el envés tanto la principal como las secundarias, terciarias inconspicuas; hendiditas ligeramente por la haz. Inflorescencias en panículas dicasiales emergiendo de un punto varios ejes a manera de fascículos, las ramas sustentadas por bractéolas deltoides, cóncavas de 1,5-2 mm de ancho y de largo, agudas, ramas delgadas, largas terminando en monocasios.

Material revisado 7690 Mendoza Humberto y Luis Roberto Sánchez, A. Robles, R. Salgado; Colombia, Norte de Santander, Toledo. 19 septiembre 1999. (HECASA)

***Euonymus* L.**

Esta planta es originaria de Asia, reconocida normalmente como decoración en jardines de casas o parques, se confunde con facilidad, por el color de sus hojas. Arbusto de 2 a 5 metros de altura, hoja perenne, coriácea ovals brillantes y finamente dentadas.

1. *Euonymus japonicus* Thunb.

Distribución: Planta cultivada encontrada en la Universidad de Pamplona

Arbusto de 2 a 3 metros altura, sus ramas nuevas o más jóvenes son verde y angulosas algunas presentan color amarillo, hojas opuestas color verde vivo con márgenes o bandas de color amarillo o blanco; láminas foliares entre 3 y 4.5 cm de largo y entre 1.5 y 2.5 cm de ancho, coriáceas, suavemente dentadas y más anchas en el ápice. Inflorescencia racemosa de entre 4 o 5 flores, flores verdosas, 4 sépalos diminutos, 4 pétalos e igual número de estambres de color blanco, en cuyo interior se halla el disco de néctar de color verde.

**Figura 6.**

*Arbusto Flores y frutos de Euonymus cultivado en la universidad de pamplona*



### *Maytenus* Molina

Árboles, arbustos o subarbustos indefensos o armados; con lenticelas planas o protuberantes, con estipulas diminutas, hojas perennes en las especies de Norte de Santander, alternas simples, patentes o ascendentes, pecioladas, oblonga, obovada, ovada, ovalada, estrechamente elíptica base cuneada, obtusa a atenuada, márgenes enteros, serrados o dentados, u ondulados en toda su extensión o solo en la porción proximal o distal, plano o revoluto ápice agudo, obtusos, a redondeados, vena principal seca y prominente, prominula, plana, hendida o discreta.

#### 1. *Maytenus parvifolia* Steyerm.

Distribución: Norte de Santander, Pamplona, bosques secundarios y arbustales en diferentes veredas como Escorial, Monteadentro, El Totumo, Alto Grande, Sabaneta Alta y en veredas de Chitagá, Cácuta, Pamplonita, Silos y Cucutilla

Son arbustos alrededor de 2 a 4 metros de altura. Ramosos, follaje denso, tallos gruesos lenticelas escasas. Hojas con peciolo teretes o cilíndricos entre 2,19 y 3,42 mm de longitud, láminas de forma o lanceolada u oblonga-lanceolada con medida de (-2,9cm) 3,9 cm x 1,4 cm., base cuneada, márgenes crenadas, 3 dientes por centímetro, ápice agudo, consistencia cartácea, nervadura primaria plana en la parte adaxial y prominente en el envés, 4 a 6 pares de venas secundarias, prominulas por el envés donde se observa con claridad venas terciarias. Inflorescencias axilares racemosas, racimocorto del que se desprenden flores fasciculadas, o dicasios simples o di ramificadao, pedúnculo desarrollado, se ramifica a lo largo de su longitud. Frutos marrón-rojizo, miden entre 1 cm de largo y 0,5 cm de ancho como lo podemos observar en la imagen 7 y 8.

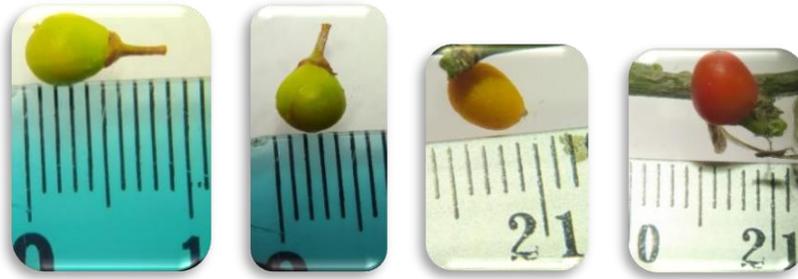
**Figura 7.**

*Flores de Maytenus parvifolia*



**Figura 8.**

*Frutos de Maytenus parvifolia*



## 2. *Maytenus blepharodes*

Distribución: Norte de Santander, Municipio de Cucutilla Paramo el Romeral

Se encuentra como un árbol de 5m de altura, Ramoso, follaje denso, tallos delgados lenticelas muy escasas, hojas con peciolo caliculado entre 0,51 y 1,54 mm de longitud, láminas de forma ovoide con medida de (-1,06)3 cm x 1,55 cm base obtusa, márgenes enteras, ápice redondeado, nervadura primaria hendida en la cara adaxial y prominente en el envés, particularmente hacia la parte basal y se va atenuando hasta quedar prominula en la parte apical, venación eucamptodroma, 4 a 6 pares de venas secundarias, prominulas por el envés se observan con claridad venas terciarias. La Inflorescencia se presentan como un racimo axilar, con brácteas foliosas de menor tamaño que las hojas del follaje, al final del racimo, flores rosadas anillo verde, anteras amarillas, semillas con arilo anaranjado, frutos color amarillo, estipulas rojizas.

Material revisado 13142 Luis Roberto Sánchez Colombia, Norte de Santander Pamplona, Fontibón pantanos de la recta de la legía, 2635 m, 15 Junio 2010. (HECASA)

***Monteverdia*** A. Rich.

Árbol de 4-8 m. de altura, follaje denso ramas con hojas cactáceas o coriáceas, raramente carnosas, disposición alterna en espiral, márgenes enteras a serradas, ápice acuminado a

agudo, base redondeada a obtusa; inflorescencias axilares en fascículos de pocas flores y pedicelos cortos, en ocasiones reducidas a una flor individual; flores con dos o tres carpelos, uno o dos óvulos por lóculo; frutos capsulares con pericarpio coriáceo que abre por dos o tres válvulas reflexas; arilos rojos o amarillentos que cubren totalmente o parcialmente las semillas.

*1. Monteverdia karstenii* (Reissek)

Distribución: Norte de Santander, municipio de Pamplona; vereda Sabaneta Alto, entre Picapiedra y laguna del seminarista, laderas pedregosas con matorrales 2500-2600 msnm.

Árbol de 6 metros de altura, frondoso, follaje denso haz lustroso, envés claro, tallo color grisáceo con lenticelas, ramas con hojas alternas, gruesas, margen semi entero de entre 5 a 9.5 cm de largo y 3 a 5.7 cm de ancho, ápice entre acuminado y obtuso, hojas color verde opaco a marrón cuando están secas, venación broquidodroma venas primarias prominentes en ambas caras, venas secundarias prominulas en el envés. Inflorescencia racemosa. Flores amarillas, de entre 3 y 4 mm de grandes, 5 pétalos amarillos, 5 estambres blancos, entre los pétalos, se observa el disco interno color verde claro. Frutos en cápsula de 2 valvas

**Figura 9.**

*Rama de árbol con flor de Monteverdia karstenii*



2. *Monteverdia sieberiana* (Krug. & Urb.) Biral

Árboles de ramas largas a veces reclinadas u horizontales de hasta 8 m de altos, copa aparasolada, corteza gris blanquecino con bandas verde-marrón, ramas juveniles angulares; hojas alternas, oblongo lanceoladas a oblongo-elípticas, ápice acuminado con acumen obtuso y constreñido, base obtusa a cuneada, margen entera, revoluta, láminas sub cactáceas, venación eucamptodroma con venas prominulas por ambos lados del limbo; estípulas diminutas, deltoides; inflorescencias axilares en fascículos de pedicelos cortos, flores de hasta 1,5 mm de diámetro de 5 sépalos ovados y 5 pétalos obovados, 5 estambres alternando con los pétalos, disco orbicular; ovario ovado con estilo y estigmas muy cortos; fruto capsula oboblarga, apiculada.

*Pristimera* Miers

Lianas o arbustos; Hojas opuestas o sub-opuestas con nervadura broquidroma. Estas semi ovadas, peciolos canaliculados, hojas oboblargas a oblongo-elípticas, de ápice obtuso,

margen entera, revoluta, sub cactáceas, venas prominulas por el envés; inflorescencias en dicasios compuestos falsamente terminales con ramas opuestas sustentadas por brácteas ovadas, cóncavas, diminutas. Flores 5-meras en el perianto, rotáceas o tubuliformes, sépalos libres, desiguales; disco anular o corto-tubular estambres 2 a 3 unidos en un tubo más o menos corto alrededor del ovario. Las especies de *pristimera* a veces se pueden reconocer cuando están en estado estéril por las hojas secas comúnmente verdoso con vetas amarillas (Lombardi, 2014).

1. *Pristimera celastroides* (Kunth) A.C. Sm.

Lianas, o a veces con base arbustiva de unos 2 m de altas del que salen ramas entre 2 a 6 m de largas; ramas nuevas se ven cilíndricas a sub tetragonales, seco verdoso a marrón, hojas opuestas a sub opuestas, estípulas triangulares, comúnmente denticuladas en la base, color seco amarillento a verdoso. Hojas entre 5.7 y 7.7 cm de largo, elíptica ancha u ovalada, raramente espatulada, base ovalada o sub circular, cuneada o redondeada. Inflorescencias al final de las ramas en cimas dicasiales con pedicelos sustentados por brácteas ovado-lanceoladas, 5 sépalos diminutos, 5 pétalos oblongos, blancos

***Salacia* L.**

Este género se presenta en forma de lianas, arbustos o arboles con hojas opuestas o sub-opuestas o alternas, si bien las encontradas en este departamento corresponden a lianas de hojas opuestas; venación brochidodroma; peciolo canaliculado inflorescencias fasciculadas, paniculadas o corimbos, multiflora o paniculada, ramas alternas u opuestas, subcilíndricas, pedicelos florales o cilíndricos, bractéola das en la base, capullos florales esféricos a turbinados; frutos en bayas esferoides elipsoides, lisas, lenticuladas, pueden ser carnosos o

crustáceo, a veces con esclereidas conspicuas, mesocarpo-endocarpo carnoso. Semillas comúnmente con cubierta anaranjada.

Genero pan tropical, con más de 200 especies descritas (Mark P. Simmons a, 2008) al menos 33 de los cuales se presentan en la región neotropical. Son difíciles de reconocer específicamente, varias especies tienen peciolo, ramas jóvenes y hojas que al secarse presentan una superficie áspera siendo una característica propia (Lombardi, 2014).

### 1. *Salacia cordata* (Miers) Mennega

Lianas de entre 2.5 a 8 m de largo, poco ramosas, corteza lenticelada; hojas, ovaladas, grandes, amarillo verdoso, de hasta 24,5 cm de largo x 15 cm de ancho, cactáceas, peciolo teretes, 2,5 cm de largos; laminas cactáceas, de base ligeramente truncada, ápice redondeado con un acumen corto y obtuso, margen entero, revoluto en la mitad inferior; venación eucamptodroma, 9 pares de venas secundarias prominentes en el envés venación terciaria inconspicua. Inflorescencias axilares en panículas dicasiales muy ramificadas. botones florales avalados, blanquecinos secos.

Distribución: Toledo, corregimiento de San Bernardo de Bata, vereda santa Inés, entre los altos de santa Inés y del loro, vía a Saravena, franjas de bosque hacia la margen de la carretera en pendientes pronunciadas

### 2. *Salacia juruana*

Lianas, arboles entre 2.5 a 7 m de altura, corteza marrón rojizo, lenticelado, hojas opuestas; estipulas triangulares, enteras dejando cicatrices oblicuas, de entre 3 a 7 cm de largo, elíptico con base redondeada a cuneada, margen entero, ápice agudo, rara vez acuminado;

venas primarias secas se observan de color marrón en el lado adaxial, discretas, venas secundarias prominulas en ambas caras. Inflorescencias axilares en fascículos de dicasios.

### *Schaefferia*

#### 1. *Schaefferia frutescens* Jacq.

Distribución: Bosque seco de Cúcuta se encuentra desde los 250 m de altura en el cabro dorado como también en los 612 m de la vereda La Garita.

Árbol u arbusto de entre 2 a 9 m de altura, corteza gris a blanca, lenticelado, hojas opuestas; enteras dejando cicatrices oblicuas, de 3 a 6 cm de largo y de 1.5 a 3 cm de ancho, elíptica con base cuneada, margen entero, ápice agudo, rara vez acuminado; venas primarias secas prominulas, venas secundarias notorias en ambas caras; frutos en drupa de color amarillo a naranjas 4 mm de largo y 3 mm de ancho con dos semillas; inflorescencias dioicas se reconocen individuos con flores masculinas o femeninas, las flores entre 9 a 10 mm de largo, 4 sépalos diminutos de color verde. 4 pétalos libres amarillo-verdoso, 4 estambres de filamento cilíndricos color crema con anteras esféricas dehiscencia longitudinal, disco interno plano, angosto de color verde; en las flores femeninas se reconoce claramente el pistilo con un ovario de color verde de forma ovada, estilo muy corto y estigma bífido ligeramente laciniado.

### **Figura 10.**

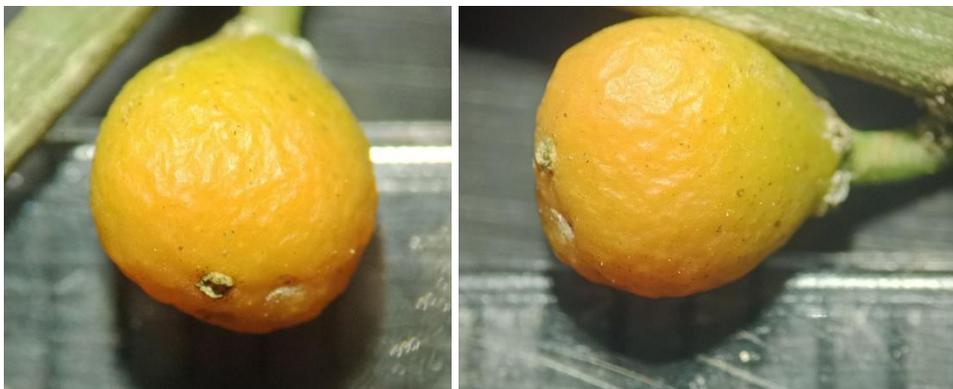
*Flores de schaefferia frutescens*



Nota: A y B se pueden observar las diferencias entre las flores femeninas y las flores masculinas siendo una de las características que representan esta especie.

**Figura 11.**

*Frutos de Schaefferia frutescens*



***Zinowiewia* Turcz.**

El género *zinowiewia* incluye 17 especies distribuidas desde México hasta Perú. Hasta el momento se sabe que existen cinco especies en América del sur, principalmente en los andes del norte con su extensión a la sierra nevada de santa marta (Colombia), estas especies se caracterizan por tener una Samara con un ala en la punta rasgos que se

encuentra en el nuevo mundo. Las especies de *zinowiewia* son arboles altos (más de 20 m de altura) con tallos a veces trenzados, tiene flores pequeñas de cinco pétalos dispuestas en estambres. La ubicación de la sierra nevada de santa marta se atribuye tentativamente a *z. todarima* (Turcz.) y 11 grupos adicionales de cordilleras central y oriental, primarias se le cómo *z. australis* Lundell (Sánchez, 2000; Gonzales, 2014). Después de un periodo de 30 años a lo largo del tiempo según la morfología y formación poblacional de la región de Boyacá ubicada en altitudes de 2750 a 3000 m. (gonzalez, 2017)

### 1. *Zinowiewia australis* Lundell

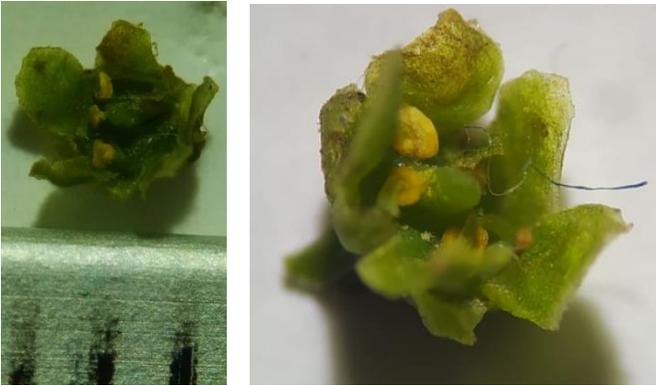
Distribución: entre los 2600 a 2930 m de altura se encuentra en los alrededores del municipio de pamplona vereda monte adentro como también los alrededores del municipio de chitagá vereda siagá.

Arbusto a árbol pequeño entre 4 a 6 m de altura hojas opuestas lustrosas verde claro, levemente amarillentas entre 3,5 a 5 cm de largo y 6 y 8.3 cm de ancho al secarse se observan de color café oscuro en el haz y café claro en el envés; elíptica con base cuneada, margen entero con cicatrices onduladas, ápice agudo rara vez acuminado, venas primarias hendidas en el haz prominulas en el envés, venas secundarias prominulas en el envés;

### Figura 12.

*Frutos y flores de zinowiewia australis*



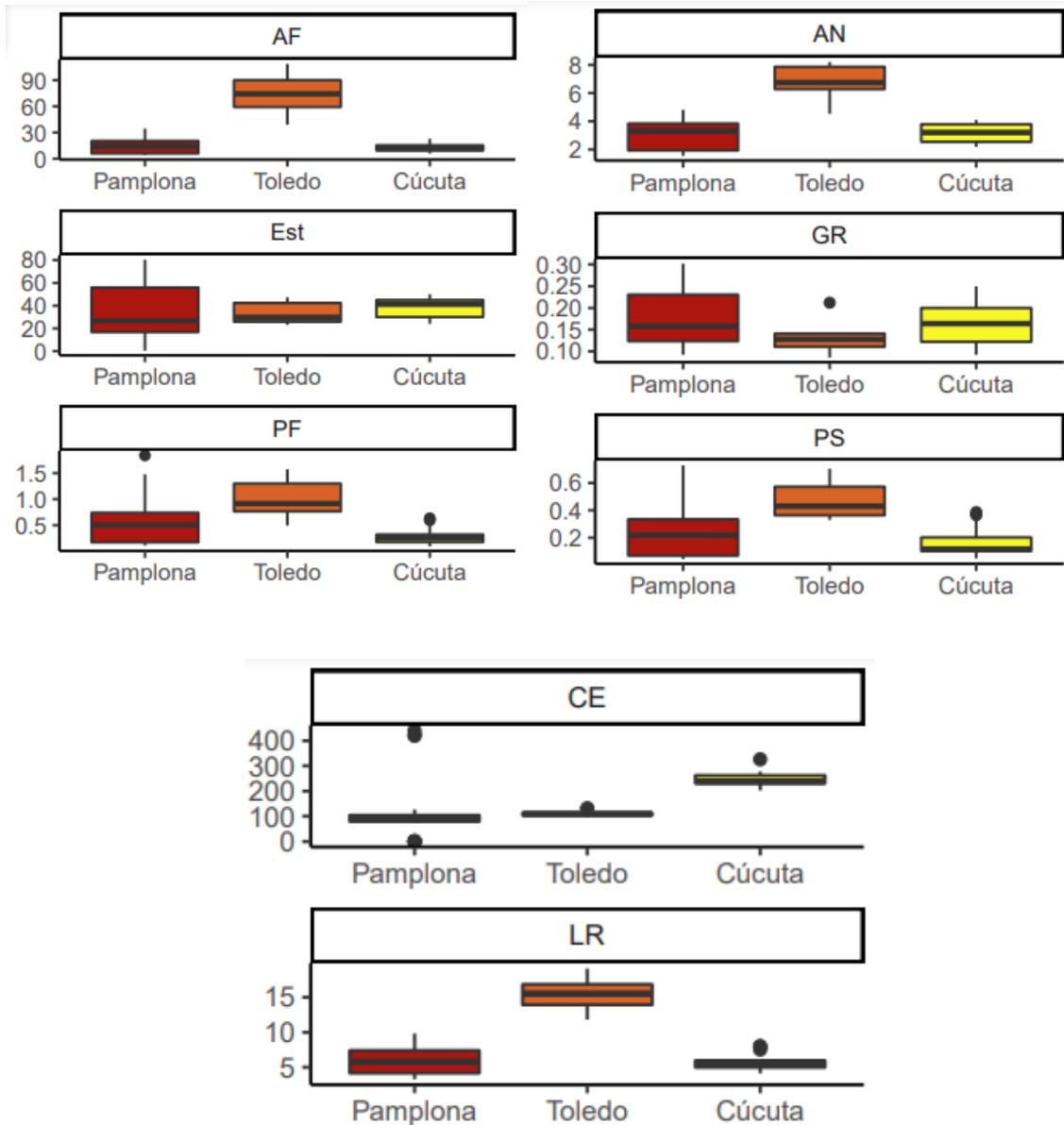


## Rasgos funcionales

Los rasgos funcionales evaluados se promediaron, para cada uno de los individuos y cada una de las variables se presentan la tabla de datos en anexos (tabla 2) en la cual se obtienen 378 registros que corresponde a los siguientes rasgos funcionales: área foliar, peso fresco, peso seco, largo y anchos de las hojas como también se tomó en cuenta conteo de estomas y células estomáticas acompañantes donde el mínimo de individuos que se tomaron fue 4 en las especies *Zinowiewia australis* y *Monteverdia karstenii* y el mayor número, de individuos muestreados fue de 8 para las especies: *Maytenus parvifolia* y *Schaefferia frutescens*

### Figura 13.

*Comparación del comportamiento de los diferentes rasgos funcionales entre las especies encontradas en cada zona de vida de las tres zonas de vida evaluadas.*



Nota: AF: área foliar AN: ancho de la hoja CE: células estomáticas Est: estomas GR: grosor LR: largo PF: peso fresco PS: peso seco.

La comparación de rasgos funcionales se realizó por medio de caja y bigotes donde se halló que, al relacionar el área foliar de las especies entre localidades, presentan diferencias significativas la especie de la región del Sarare en Toledo como se observa en la **Tabla 1** de la prueba de hipótesis realizada, con respecto a las del bosque seco tropical de Cúcuta y

las del bosque andino de Pamplona, con valores más bajos para las especies de estas dos últimas localidades y relativamente similares entre estas dos localidades tal como aparece en la figura 13. No obstante no siguen una tendencia lineal directa, asociada con la altitud, tal como se planteó en la hipótesis ya que se esperaría que las especies de la zona andina tuvieran una menor área foliar, por estar ubicadas a mayor altitud, tal como lo mencionan Chacón et al. (2007), determinando que el índice de área foliar es inverso a la altitud, sin embargo para el rasgo número de estomas, si hay una tendencia aunque leve en este sentido, en donde las especies del bosque andino tienen un menor número de estomas, y luego las de la zona de El Sarare con una altitud intermedia, mientras que las de Cúcuta, lugar con la menor altitud, presentan el más alto número de estomas por unidad de área sin embargo en cuanto a localidad los estomas y células acompañantes son las que llevan a una tendencia lineal inversa con la altitud, Con respecto a los rasgos como peso seco, peso fresco, largo y ancho de las hojas tienen el mismo comportamiento del que se da en el área foliar; no mostrando relación con la altitud y el comportamiento de estos factores en cuanto a los rasgos funcionales grosor y células estomáticas se observan valores atípicos.

## **Tabla 2.**

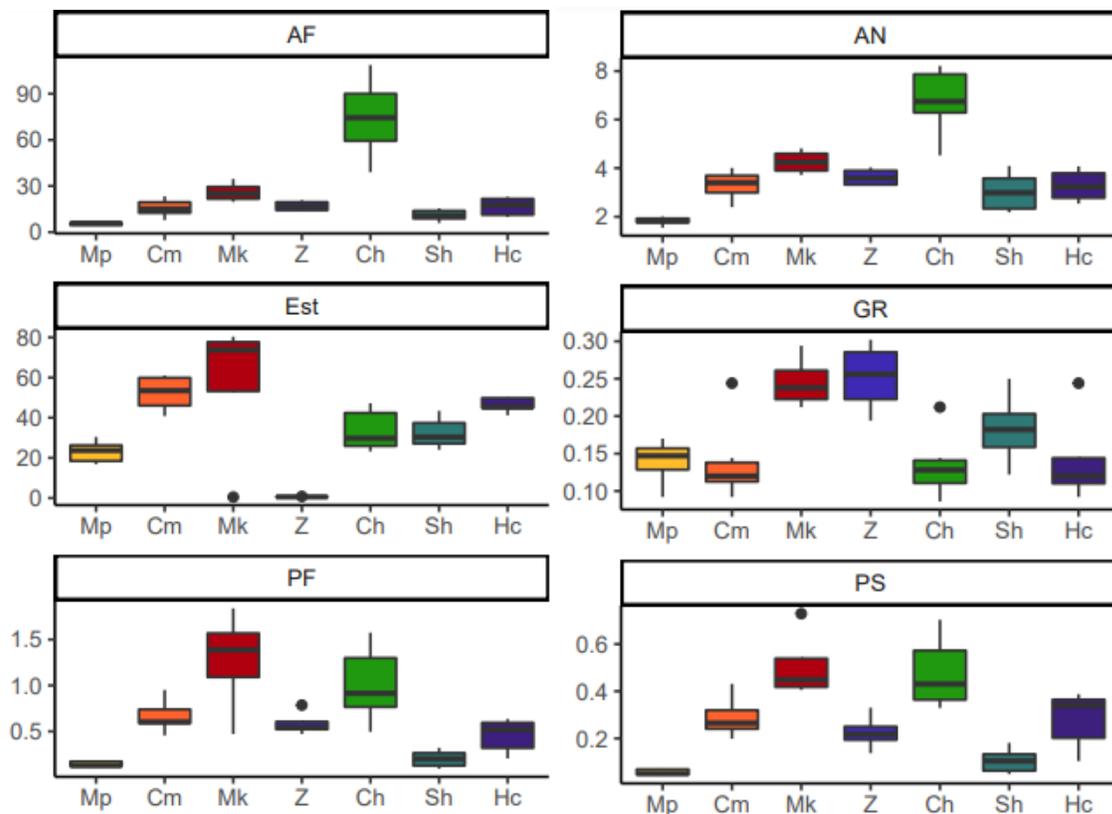
### *Prueba de contraste de hipótesis*

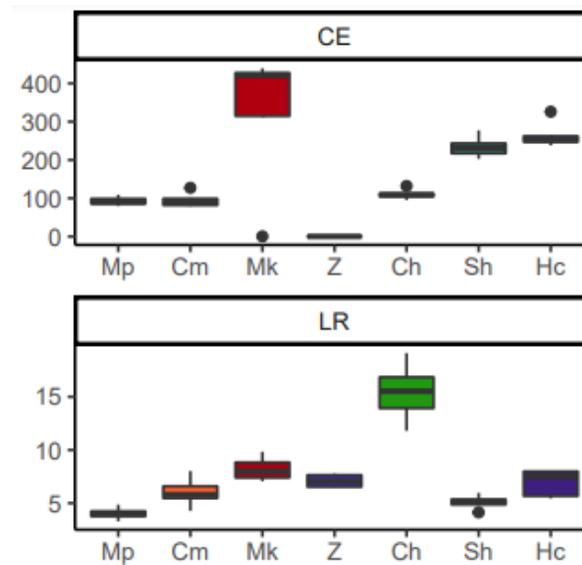
<b>E. C.</b>	<b>p valor</b>
Ch:Cm	0.01791214
Ch:Hc	0.0189033
Ch:Mk	0.04066549
Ch:Mp	0.01016926
Ch:Sh	0.01394363
Ch:Z	0.02111899

Se realizó la prueba games.howell para las correcciones de los errores creados por las diferencias de individuos colectados como se mencionó anteriormente en las especies *Monteverdia karstenii* y *Zinowiewia australis* se obtuvo un mínimo de 4 individuos evaluados. en la tabla 1. obtenemos la comparación del rasgo área foliar de la especie de *Cheilochlinum* con las demás especies encontradas ya que es en la que se observa diferencia significativa (P. valor>0,05).

**Figura 14.**

*Comparación de rasgos funcionales por cada de las especies encontradas en las tres zonas de vida evaluadas.*





Nota: AF: área foliar AN: ancho de la hoja CE: células estomáticas Est: estomas GR: grosor LR: largo PF: peso fresco PS: peso seco.

En cuanto a la comparación de rasgos funcionales por especies se observan las diferencias significativas directamente con la especie *Cheilochlinium hipocrateoide* con respecto a las demás especies encontradas en bosque seco tropical de Cúcuta y del bosque andino de Pamplona, con valores más bajos para las especies de estas localidades y relativamente similares entre las dos localidades tal como aparece en la figura 14. Con respecto a los rasgos como peso seco, peso fresco, largo y ancho de las hojas tienen el mismo comportamiento del que se da en el área foliar entre las especies encontradas en el mismo rasgo altitudinal; en cuanto a los rasgos funcionales grosor se observan valores atípicos en las especies *Celastrus meridensis*, *Cheilochlinium hipocrateoides* y *Pristimera celastroides* como también en el rasgo funcional estomas, pero estos valores se observan en las especies *Monteverdia karstenii* y *Zinowiewia australis* esto podría darse al ser las especies con el menor número de individuos encontrados, sin embargo es necesario tomar en cuenta las diferencias en estos rasgos funcionales aun al realizar la comparación con especies

encontradas en el mismo rasgo altitudinal este comportamiento de los estamos se toma mas que todo por el procesamiento hídrico sobre todo de las especies encontradas en bosque seco-tropical.

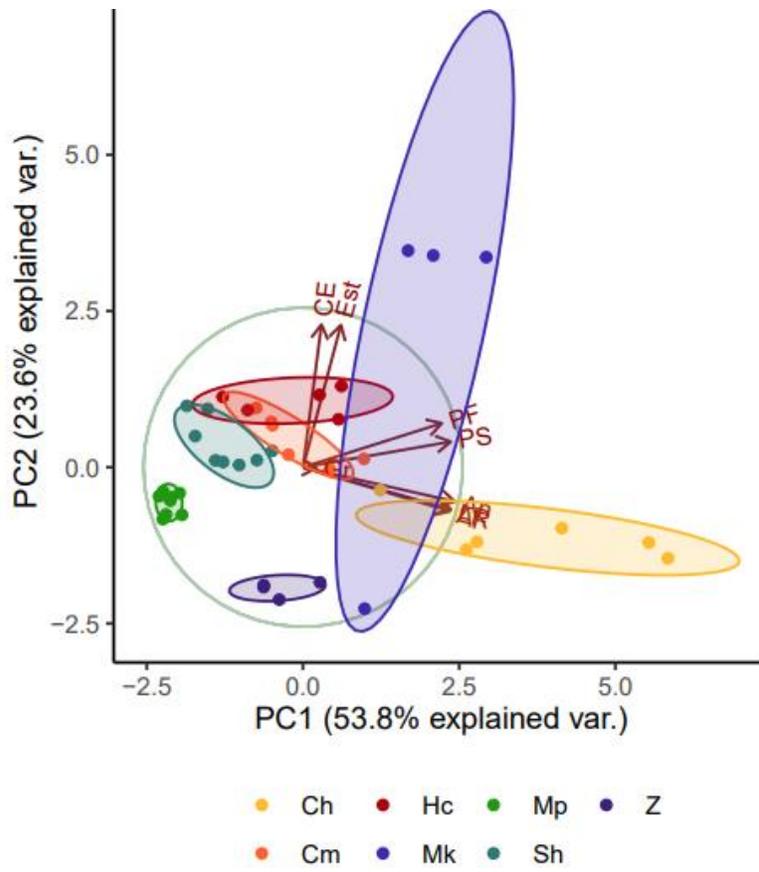
## **Análisis de componentes principales**

Este análisis se realizo ya que presenta la relación entre las variables dependiente e independiente explicando los rasgos en cuanto al comportamiento de las especies donde en el componente 1 refleja o contiene la mayor variabilidad en los datos; mientras el componente 2 presenta la combinación lineal de las variables que recoja la segunda dirección con mayor varianza de los datos.

El análisis de componentes principales segregó en el plano multifactorial a las poblaciones de las 7 especies, en las tres zonas de vida como se observa en la **Figura 16** como también en variabilidad los componentes explican el 77.4 % mientras que en la **Figura 15** analizando los componentes en cada una de las especies la variable área foliar fue la más representativa para la separación de la especie *Cheiloclinium* mientras que células estomáticas tiende a acercar los elipsoides de los géneros *Schaefferia fruttenscens*, *Celastrum meridensis* y *Pristimera celastroide* a pesar de tratarse de especies en altitudes diferentes, mientras que las especies encontradas en el mismo rango altitudinal o zona de vida como *Maytenus parvifolia* y *Zinowiewia australis* se observan en ejes diferentes y sin que sus elipsoides se unan a las demás especies.

### **Figura 15.**

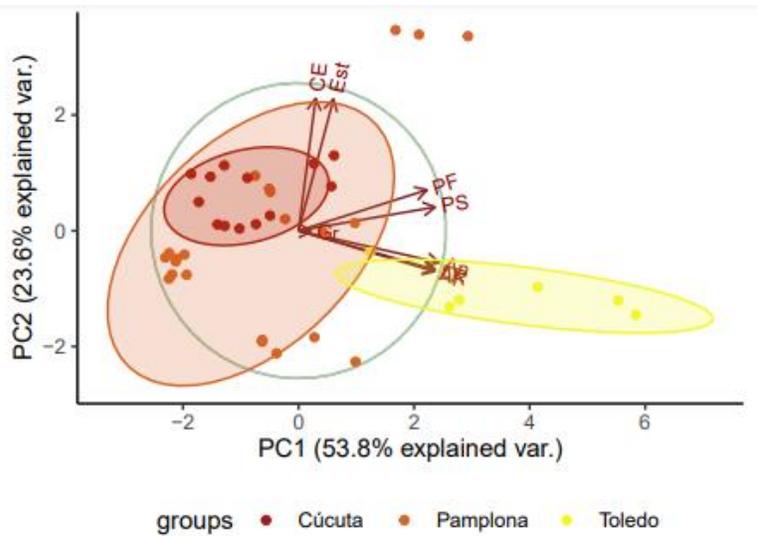
*Análisis de componentes principales de las especies*



Nota: varianza explicada el 77.4 % elipsoides con intervalo de confianza al 95%.

**Figura 16.**

*Análisis de componentes principales de las tres zonas evaluada.*

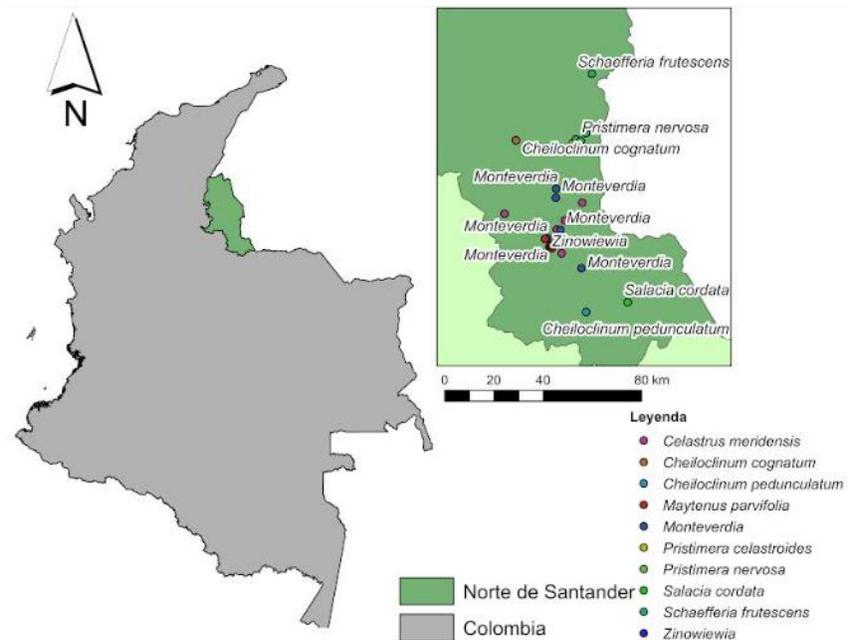


Nota: Varianza explicada 77.4 % elipsoides con intervalo de confianza al 95%.

## Distribución de las especies

**Figura 17.**

*Distribución de las especies de Celastraceae en Norte de Santander*

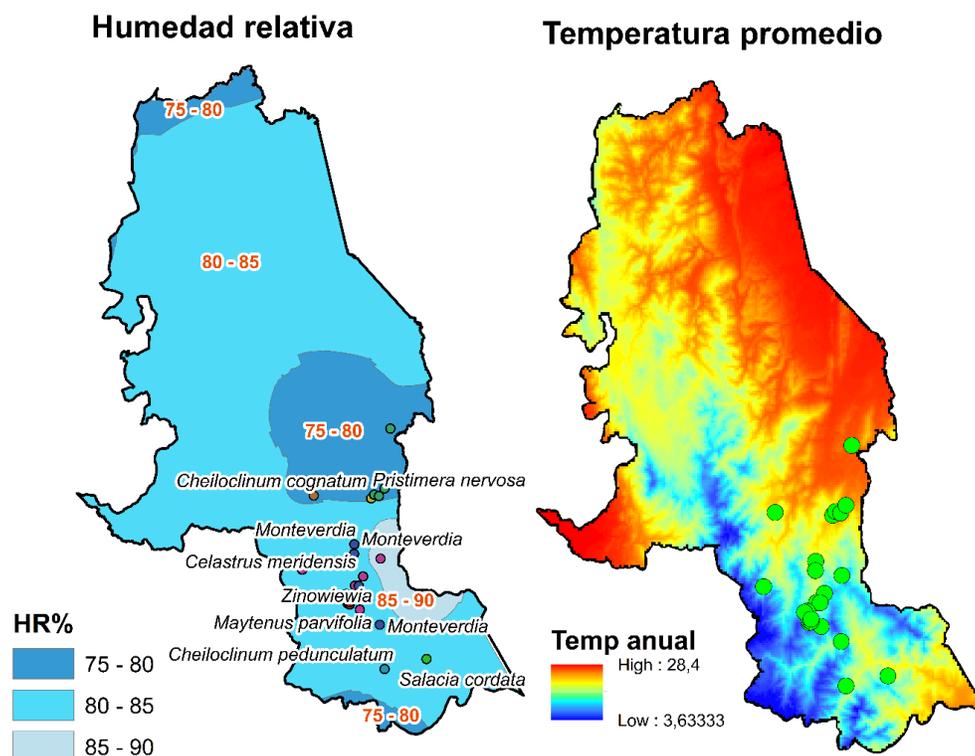


Gracias a las muestras del herbario y las nuevas exploraciones se obtuvieron coordenadas exactas de las especies de la familia Celastraceae en Norte de Santander las cuales se ubicaron en el mapa para observación de distribución, centradas en la zona sur del departamento y ubicando el trabajo en las tres zonas de vidas y rangos altitudinales.

También se toma en cuenta los diferentes cambios climáticos o de temperatura a los que se puede enfrentar el departamento como en la figura 17. Donde tenemos la distribución de las mismas especies evaluadas en base a los rangos altitudinales y la humedad del departamento donde de forma visual explica las especies encontradas y específicas para zonas secas o con poca humedad.

### Figura 18.

*Norte de Santander Humedad relativa y temperatura promedio anual*



Nota: Se obtiene la distribución de las especies en norte de Santander en base a la temperatura promedio y la humedad relativa para la identificación y ubicación exacta de cada una de las especies en los rangos altitudinales y tipos de humedad u bosque.

Los mapas de humedad relativa y de temperatura anual muestran que la mayor riqueza de plantas se presenta en las zonas con temperatura media como es la zona andina-sub-andino, que es también donde se presenta los rangos medios de humedad relativa, comportamiento que sigue el patrón general de distribución de las especies según las zonas de vida, en donde la andina es la de mayor riqueza de taxa, tanto animales como plantas (Rangel-Ch., 2015).

## CONCLUSIONES

El reporte actual es de 9 géneros y 14 especies de la familia celastraceae en Norte de Santander de los cuales con este estudio se logró determinar 6 nuevos registros para la flora de Colombia.

Con base en las exploraciones realizadas y en los registros del herbario HECASA y de otros herbarios se halló que la mayor riqueza de plantas se presenta en el oro bioma andino-sub-andino con 6 especies correspondientes a 5 géneros como lo son: *Celastrus*, *Maytenus*, *Monteverdia*, *Salacia* & *Zinowiewia*.

En la comparación de rasgos funcionales se encontró que en área foliar la única especie que obtuvo un comportamiento diferente fue *Cheiloclinium hipocrateoides*. En cuanto a los rasgos de: densidad de estomas y grosor de hojas, se muestra una mayor variabilidad entre las especies tanto de los mismos como de los diferentes rangos altitudinales.

Los rasgos funcionales evaluados en las tres zonas de vida tienen más similitud en las franjas de bosque seco-tropical y bosque sub-andino en comparación con el bosque húmedo tropical. Sin embargo, no se tienen especies con valores compartidos o que tengan el mismo rango entre dos franjas y menos entre las tres.

## REFERENCIAS

- Benavides, R. C, Haddan, V. I, Barreira, P. N, Rodarte, T. A, Galetto, L, Fernandes, D. L, Lima, H. (2013) *Maytenus obtusifolia* Mart (Celastraceae) a tropical woody species in a transitional evolutionary stage of the gynodioecy pathway, *Plant Syst Evol*.
- Bonifacino, M. Rossado, A (2019) *laboratorio de sistemática de plantas vasculares, Celastraceae* R. Br.
- Chacón G., & M. Lara, (2007) Determinación del índice de área vertical en dependencia del índice de área foliar en un bosque de cresta andino en la reserva de la biosfera San Francisco. Trabajo de grado. Universidad del Azuay. Ecuador
- Dos Santos, B. L (2016) *sistemática e filogenia de Maytenus Molina (Celastraceae) na região neotropical, unesp, Rio Claro Brasil*. Universidad Estadual Paulista.
- Epelís, T. J. (2021) *Celastraceae plants of the staff tree family, wild flowers and weeds*
- Bamientos, Priego, A. F. Michal. B, Lopez, Lopez L. (2003) Índice y densidad estomática foliar en plántulas de tres razas de aguacateros. México. Artículo científico

Gobernación Norte de Santander (2022) información general, Norte de Santander, presentación.

Lombardi, J. A (2014) Celastraceae hipocrateoideae e salacioideae, The new york botanical garden press of behalf of organizations for flora neotropical.

Mark P. Simmons, Jennifer J. Cappa, Robert H. Archer, Andrew J. Ford, (2008) Dedra Eichstedt, Curtis C. Clevinger, Phylogeny of the Celastreae (Celastraceae) and the relationships of *Catha edulis* (qat) inferred from morphological characters and nuclear and plastid genes, *Molecular Phylogenetics and Evolution*

Missouri Botanical Gardeen (2011) plan estratégico ambiental regional, planear, sostenibilidad ambiental y cambio climático.

Rangel, D. J (2015) la biodiversidad de Colombia significado y distribución regional, Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.

Sánchez Montaña, L. R. y Fernández Alonso, J. L. (2000). Revisión taxonómica de la familia Celastraceae para la flora de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 5(1), 72–73.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26684>

Salgado, Negret B. (2016) la ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones.

Salgado-Negret, B. (ed). 2015. La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.

Smith, A.C (2010) The american species of hippocrateaceae new york. Botanica garden press

Simpson, G. M. (2010) Plant sistematics second edition, el servier science & technology books

Simmons, P. M, Cappa, J.J, Archer, R.H, Andrew, J.F Dedra fichstest, curtis C. clevinger (2007) Phylogeny of the celastraceae and the relationships os cata edulis, inferred from morphological characters and nuclear and plastid genes, molecular phylogenetics and evolution.

Uiloa, Uiloa C. Jorgensen, M, P (2014). A new species of zinowiewia (celastraceae) and notes on the genus in ecuador, Missoun Botanical Garden.

## **ANEXOS**

### **Tabla 3.**

*Tabla de promedio de datos de los rasgos funcionales*

Es	In	Gr	PF	PS	A cm2	LR	An	Est	CE
Mp	1	0.142	0.172	0.07268	5.987	4.556	1.812	27.6	96.4
Mp	2	0.112	0.12918	0.04786	6.35	4.122	1.92	25.8	89.8
Mp	3	0.092	0.12222	0.04452	5.617	4.128	1.824	16.8	86.6
Mp	4	0.156	0.11042	0.04338	4.430	3.768	1.55	23.6	105
Mp	5	0.16	0.17322	0.06862	6.819	4.864	1.94	19	90.2
Mp	6	0.17	0.18134	0.06976	4.575	3.294	1.826	16.8	84.4
Mp	7	0.134	0.12778	0.0519	6.018	3.892	2.002	23.8	109
Mp	8	0.152	0.12016	0.0498	4.376	3.778	1.614	30.4	79.6
Cm	1	0.244	0.59844	0.2597	14.879	5.416	3.435	48.6	79.6
Cm	2	0.092	0.45692	0.19866	15.093	5.964	3.366	58.4	127.2
Cm	3	0.12	0.7841	0.3362	20.921	6.792	4.012	40.8	88.2
Cm	4	0.11	0.58756	0.2344	11.701	5.642	2.87	60.4	95
Cm	5	0.144	0.95102	0.4316	23.288	8.016	3.782	45.2	79.8
Cm	6	0.12	0.60814	0.2704	7.851	4.27	2.398	61	100.2
Mk	1	0.226	1.47822	0.7294	27.795	8.49	4.53	76.8	419.6
Mk	2	0.294	1.29674	0.47562	19.663	7.058	3.722	80.4	423.2
Mk	3	0.212	1.84	0.40584	22.293	7.512	3.954	70.8	439.6
Mk	4	0.25	0.47256	0.422	34.6082	9.83	4.814	0.47256	0.422
Z	1	0.30	0.4727	0.2236	14.102	6.542	3.302	0.4727	0.2236
Z	2	0.19	0.5401	0.1375	20.801	7.778	4.032	0.5401	0.1375
Z	3	0.28	0.7864	0.3303	19.0592	7.58	3.856	0.7864	0.3303
Z	4	0.23	0.5462	0.2125	14.301	6.514	3.328	0.5462	0.2125
Ch	1	0.212	1.5747	0.70324	90.865	15.926	8.18	26.8	109.8
Ch	2	0.132	1.41122	0.6112	108.774	19.106	8.212	32.8	108.4
Ch	3	0.086	0.73338	0.35072	61.148	15.102	6.192	23.2	132
Ch	4	0.124	0.4954	0.32928	39.001	11.798	4.526	47.2	95.4
Ch	5	0.106	0.9637	0.45768	87.699	17.148	6.938	45.6	103.8
Ch	6	0.144	0.86496	0.40342	58.717	13.53	6.558	25.6	112.8
Hc	1	0.244	0.52318	0.38758	21.703	7.978	3.796	41.2	252
Hc	2	0.092	0.63548	0.33982	22.931	8.004	4.076	45	326
Hc	3	0.12	0.5956	0.36484	17.567	7.534	3.24	50	247.4
Hc	4	0.11	0.32014	0.20186	11.235	5.674	2.776	45.2	238
Hc	5	0.144	0.20572	0.10384	9.893	5.444	2.538	49.8	262
Sh	1	0.142	0.12268	0.04854	5.919	4.13	2.18	42.8	265.6
Sh	2	0.122	0.12838	0.0501	9.544	5.964	2.368	43.4	277.2
Sh	3	0.164	0.30902	0.18102	13.894	5.268	3.79	27.4	218.8
Sh	4	0.198	0.2511	0.11754	13.9318	5.18	3.512	24	231.2
Sh	5	0.166	0.17672	0.10206	11.7882	4.988	3.2	30	202.8
Sh	6	0.2	0.2285	0.10602	9.336	4.772	2.772	26.2	212
Sh	7	0.25	0.3226	0.18014	15.4328	5.582	4.09	30.8	235.8
Sh	8	0.212	0.09402	0.0668	7.27	4.902	2.222	35.6	231.6

**Tabla 4.**

*Promedio datos estomas para comparación de rasgos funcionales*

Especie	Est	CE	DE (Estomas/mm2)	DCE (celulas/mm2)	IE
Mp	27.6	96.4	86.76891881	303.0624555	22.25806452
Mp	25.8	89.8	81.11007628	282.3133663	22.3183391
Mp	16.8	86.6	52.81586362	272.2532018	16.24758221
Mp	23.6	105	74.19371318	330.0991476	18.35147745
Mp	19	90.2	59.73222672	283.5708868	17.3992674
Mp	16.8	84.4	52.81586362	265.3368387	16.60079051
Mp	23.8	109	74.82247346	342.6743533	17.92168675
Mp	30.4	79.6	95.57156274	250.2465919	27.63636364
Cm	48.6	79.6	152.7887483	250.2465919	37.90951638
Cm	58.4	127.2	183.5980021	399.8915389	31.46551724
Cm	40.8	88.2	128.2670974	277.283284	31.62790698
Cm	60.4	95	189.8856049	298.6611336	38.86743887
Cm	45.2	79.8	142.0998236	250.8753522	36.16
Cm	61	100.2	191.7718858	315.0089009	37.84119107
Mk	76.8	419.6	241.443948	1319.13907	15.47139404
Mk	80.4	423.2	252.761633	1330.456755	15.96505163
Mk	70.8	439.6	222.5811395	1382.015098	13.87147335
Mk	0.47256	0.422	1.485634792	1.326684193	52.82597031
Z	0.4727	0.2236	1.486074925	0.702828242	67.89130497
Z	0.5401	0.1375	1.698030015	0.432272693	79.70839113
Z	0.7864	0.3303	2.47222255	1.038334728	70.42250999
Z	0.5462	0.2125	1.717207204	0.667932047	71.99609849
Ch	26.8	109.8	84.25387768	345.1893944	19.6193265
Ch	32.8	108.4	103.1166861	340.7880724	23.22946176
Ch	23.2	132	72.93619262	414.9817856	14.94845361
Ch	47.2	95.4	148.3874264	299.9186541	33.09957924
Ch	45.6	103.8	143.3573441	326.3265859	30.52208835
Ch	25.6	112.8	80.481316	354.6207986	18.49710983
Hc	41.2	252	129.5246179	792.2379543	14.05184175
Hc	45	326	141.4710633	1024.879258	12.12938005
Hc	50	247.4	157.1900703	777.7764679	16.81237391
Hc	45.2	238	142.0998236	748.2247346	15.96045198
Hc	49.8	262	156.56131	823.6759684	15.97177678
Sh	42.8	265.6	134.5547002	834.9936535	13.87808042
Sh	43.4	277.2	136.440981	871.4617498	13.5371179
Sh	27.4	218.8	86.14015853	687.8637476	11.12916328
Sh	24	231.2	75.45123375	726.8468851	9.404388715
Sh	30	202.8	94.31404218	637.5629252	12.88659794
Sh	26.2	212	82.36759684	666.4858981	10.99916037
Sh	30.8	235.8	96.82908331	741.3083716	11.55288822
Sh	35.6	231.6	111.9193301	728.1044056	13.32335329

**Tabla 5.**

*Tabla de componentes principales*

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
1	-1.975358	-0.41294288	0.39096998	-0.2207601	0.01673981	0.09304009	0.2158805	-0.04030171
2	-2.1232127	-0.53267014	0.85734459	-0.21551882	0.18408101	0.07055179	0.06470543	-0.10440187
3	-2.2433281	-0.82978258	1.06575643	-0.13678799	0.57036237	-0.04421394	0.12184562	-0.11315858
4	-2.3051487	-0.46327687	0.13164184	-0.067778	0.04623719	0.11851915	0.24469382	-0.14546875
5	-1.9372433	-0.7623699	0.04612844	-0.03539776	0.12677681	0.09361975	0.24678511	-0.01324206
6	-2.1899846	-0.7547019	-0.21829698	-0.14747385	0.22699107	0.0640955	0.09847187	-0.22132869
7	-2.1117909	-0.4815596	0.47899643	-0.03476062	0.16841849	0.05820209	0.0371006	-0.1358437
8	-2.2390025	-0.38531071	0.26629068	-0.34779563	-0.18666664	0.16869099	0.16877965	-0.11629416
9	-0.2325281	0.2020949	-1.14863915	-0.79766203	-0.84697323	0.25060902	-0.25888047	-0.02591854
10	-0.4891639	0.67176321	1.41004071	-0.7172269	-0.33918308	0.0742699	-0.35888588	0.06929683
11	0.4304889	-0.03379807	0.63370639	-0.94575058	0.28791235	-0.139795	-0.3364055	0.0025469
12	-0.5087794	0.72490817	1.03571985	-1.20231033	-0.33970537	0.12442539	-0.16697946	0.07310207
13	0.9757503	0.13512896	0.2326334	-1.2733852	0.1744599	-0.2124844	0.02868203	0.07260431
14	-0.7498485	0.94955478	0.75672769	-1.41798595	-0.24753788	-0.02928676	-0.10431349	-0.11503512
15	2.9326867	3.36147792	-1.1786861	-0.38656388	0.25331002	-0.6871889	0.15317075	-0.10336772
16	1.6812112	3.46660804	-2.02791644	0.03411522	-0.41686839	0.2761286	0.15735598	0.02981599
17	2.0841887	3.38926054	-1.00990549	-0.1567968	1.03135604	0.93801216	0.04933962	0.15197207
18	0.9858344	-2.26239247	-1.4796435	-0.02950106	-0.14895539	-0.66749065	0.07981884	0.01132982
19	-0.6300369	-1.91664642	-2.41988238	-0.17365678	-0.14672985	0.06288467	0.12975754	0.10154885
20	-0.380582	-2.11762048	-0.60978895	-0.06923169	0.41111824	0.33794985	-0.18534707	0.24981129
21	0.2727439	-1.84144854	-2.21147705	-0.49980135	0.30674508	-0.03117279	0.09365182	0.13516171
22	-0.6277449	-1.88657501	-1.3666792	-0.35486507	0.36301141	0.0418465	0.03930004	0.10366071
23	5.5346873	-1.20513531	-0.63093477	-0.00921169	0.17764119	0.02528837	-0.17509371	-0.36117598
24	5.8408225	-1.45476243	1.06765077	0.37094015	-0.06591224	0.34795959	0.19639384	-0.30144432
25	2.6144148	-1.31502249	1.62710468	0.68472414	0.25730458	-0.0260959	0.08002027	0.32948961
26	1.2372849	-0.36799871	1.11474788	-0.21732463	-0.69331575	-0.12813317	0.18064325	0.32788774
27	4.1411826	-0.97378445	1.67268781	0.26525733	-0.62169541	0.33014204	0.18960102	-0.03523847
28	2.7837115	-1.19378733	0.59217775	0.38176315	0.05248638	0.00172517	-0.25011003	0.17081892
29	0.568213	0.76711996	-1.18982707	0.45915205	-0.43948545	-0.48124802	0.19125043	0.04091189
30	0.6147459	1.29996884	1.16812154	0.57613563	0.64765438	-0.50671102	-0.08418863	0.05782885
31	0.2636407	1.15912129	0.74172571	-0.12008654	0.1964895	-0.53128459	0.1967843	0.06843375
32	-0.8858776	0.91429933	0.96474792	0.1763485	0.12297608	-0.28361493	0.01124301	-0.01000978
33	-1.2856629	1.12779648	0.59296068	0.521605	-0.31490734	0.085691	0.04095524	0.04451975
34	-1.8602079	0.9827366	0.53726668	0.66027146	-0.09867814	0.11090646	0.00318297	-0.07494713
35	-1.524917	0.93338306	0.94986227	0.83392963	-0.0838235	0.12114929	0.16389532	0.13608592
36	-0.7379673	0.11374545	-0.0145844	0.64485584	0.21739065	-0.22868068	-0.42031543	-0.06783218
37	-1.0220894	0.03657122	-0.50787023	0.95550299	0.06408017	0.01861386	-0.28649647	-0.07168588
38	-1.2783644	0.08471674	0.07284235	0.64404202	-0.05540001	-0.01251921	-0.26294412	-0.05057647
39	-1.402368	0.10925829	-0.55067103	0.6796778	-0.00418038	0.04622934	-0.04045215	-0.05883248
40	-0.4935682	0.26279871	-1.27743202	0.92379497	-0.387892	0.00405551	-0.43656821	-0.01234383
41	-1.7268319	0.4992738	-0.56561771	0.76551735	-0.46563264	0.1453139	0.18367175	0.00162044