



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS,  
FENOTÍPICAS FOLIARES DE QUINCE PROCEDENCIAS DE  
*Cedrelinga catenaeformis* D. DUCKE (CHUNCHO), EN EL CANTÓN  
JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA LA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**MORALES ORDOÑEZ WILMER GONZALO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS, FENOTÍPICAS FOLIARES DE QUINCE PROCEDENCIAS DE *Cedrelinga catenaeformis* D. DUCKE (CHUNCHO), EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA** de responsabilidad del señor Wilmer Gonzalo Morales Ordoñez ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada para su presentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. Sonia Carmita Rosero Haro

**DIRECTORA.**

19.07.2018.

**FECHA**



Ing. Wilson Anselmo Yáñez García

**ASESOR.**

18 JUNIO 2018.

**FECHA**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Wilmer Gonzalo Morales Ordoñez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos y constantes del documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 18 de junio del 2018



.....  
Wilmer Gonzalo Morales Ordoñez

1500756885

## **AUTORÍA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fortaleza, sabiduría, salud y darme el valor necesario para cumplir mis objetivos, además por brindarme su cariño y su bondad en los tiempos muy difíciles que se presentaron en mi familia.*

*A mis queridos padres Gonzalo Leonardo Morales Moran que descansa en paz y Gloria Bernarda Ordoñez Ramírez, por su paciencia, apoyo, consejos y valores, pero sobre todo por su amor, gracias por estar presentes en todo momento y ser pilar fundamental para ser una persona de bien y poder terminar mi carrera. A mis hermanos Oswaldo y Omar que siempre estuvieron aconsejándome y apoyándome. Los quiero mucho.*

*A Leila que siempre me brindó su apoyo, cariño y amor con el que me mantuvo motivado he hizo las cosas mucho más fáciles.*

*A mamita Olguita, don Carlitos a sus hijos Andrea, Marlon y Gabriel, por brindarme su apoyo, consejos y acogerme en su casa, por darme todo su amor y permitirme ser un hijo más de su familia. Gracias*

*Wilmer Gonzalo Morales Ordoñez*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a la Facultad de Recursos Naturales especialmente a la Escuela de Ingeniería Forestal, quien me supo acoger en sus aulas y por brindarme toda mi formación académica.*

*A mis maestros Raúl Camacho, Mario Oñate, Frankil Arcos, María Samaniego, Miguel Gualpa, Oscar Guadalupe, Ximena Lara, Armando Espinoza, Raúl Ramos y demás maestros que siempre estuvieron compartiendo sus conocimientos y experiencias en sus diferentes asignaturas.*

*En especial al tribunal de tesis conformado por la Ing. Sonia Rosero como directora y al Ing. Wilson Yáñez como asesor por guiarme en cada etapa de mi investigación.*

*Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), a la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), al Departamento de Forestería quien me permitió realizar mi trabajo de titulación.*

*A los Ings. Antonio Vera y Paulo Barrera, quienes me brindaron todo su apoyo y confianza incondicional en todo el desarrollo de mi investigación.*

*A todos mis compañeros de clases con quienes compartimos conocimientos, aventuras, anécdotas, tristezas y siempre supimos apoyarnos el uno al otro para enfrentar las dificultades y seguir cumpliendo nuestra meta.*

*Wilmer Gonzalo Morales Ordoñez*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Tabla de cuadros .....	i
Tabla de gráficos.....	iii
Tabla de anexos .....	iv
I. CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS, FENOTÍPICAS FOLIARES DE QUINCE PROCEDENCIAS DE <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. DUCKE (CHUNCHO), EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. MARCO TEÓRICO .....	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	50
VIII. RESUMEN.....	51
IX. SUMMARY.....	52
X. BIBLIOGRAFÍA .....	53
XI. ANEXOS .....	57





## TABLA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1:</b> Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 15 días.	24
<b>Cuadro 2:</b> Separación de las medias de Tukey al 5% para para diámetro a la altura del cuello (DAC), de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	25
<b>Cuadro 3:</b> Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 3 meses, en <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	25
<b>Cuadro 4:</b> Separación de las medias de Tukey al 5% para para diámetro a la altura del cuello (DAC), de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	26
<b>Cuadro 5:</b> Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 6 meses, en <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	27
<b>Cuadro 6:</b> Separación de las medias de Tukey al 5% para diámetro a la altura del cuello (DAC), de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	27
<b>Cuadro 7:</b> Análisis de varianza para a la altura total a los 15 días, en <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	29
<b>Cuadro 8:</b> Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	30
<b>Cuadro 9:</b> Análisis de varianza para a la altura total a los 3 meses en <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	31
<b>Cuadro 10:</b> Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke	31

<b>Cuadro 11:</b>	Análisis de varianza para a la altura a los 6 meses, en <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	32
<b>Cuadro 12:</b>	Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	33
<b>Cuadro 13:</b>	Análisis de varianza para el área foliar a los 15 días.	36
<b>Cuadro 14:</b>	Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	36
<b>Cuadro 15:</b>	Análisis de varianza para el área foliar a los 3 meses	37
<b>Cuadro 16:</b>	Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	38
<b>Cuadro 17:</b>	Análisis de varianza para el área foliar a los 6 meses.	39
<b>Cuadro 18:</b>	Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Ducke.	39

## TABLA DE GRÁFICOS

	<b>Pag.</b>
<b>Gráfico 1:</b> Curva de crecimiento de diámetro a la altura del pecho (DAP) de <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	28
<b>Gráfico 2:</b> Curva de crecimiento de altura total de <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	34
<b>Gráfico 3:</b> Curva de crecimiento de área foliar de <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	40
<b>Gráfico 4:</b> Porcentaje de daños del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Duce	41
<b>Gráfico 5:</b> Porcentaje de prendimiento a los 45 días de las quince procedencias de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> D. Duce	43
<b>Gráfico 6:</b> Variación climática de temperatura en el periodo de evaluación de <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	44
<b>Gráfico 7:</b> Variación climática de la precipitación en el periodo de evaluación de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> .	44
<b>Gráfico 8:</b> Análisis de suelo del <i>Cedrelinga catenaeformis</i> a dos profundidades	45
<b>Gráfico 9:</b> Análisis de suelo del <i>Cedrelinga catenaeformis</i> a dos profundidades	45
<b>Gráfico 10:</b> Análisis de suelo del <i>Cedrelinga catenaeformis</i> a dos profundidades	46

**TABLA DE ANEXOS**

	<b>Pag.</b>
<b>Anexo 1:</b> Ubicación geográfica del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	57
<b>Anexo 2:</b> Diseño de bloques completos al azar del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	58
<b>Anexo 3:</b> Recolección de muestras de suelo para el análisis de suelos	59
<b>Anexo 4:</b> Preparación del terreno	59
<b>Anexo 5:</b> Elaboración de estacas e instalación del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	59
<b>Anexo 6:</b> Etiquetado y Siembra del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	60
<b>Anexo 7:</b> Evaluación de diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	61
<b>Anexo 8:</b> Fotografías y medición del área foliar de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	61
<b>Anexo 9:</b> Plagas y enfermedades del ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	62
<b>Anexo 10:</b> Labores culturales en el ensayo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (chuncho)	62

**I. CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS, FENOTÍPICAS FOLIARES DE QUINCE PROCEDENCIAS DE *Cedrelinga catenaeformis* D. DUCKE (CHUNCHO), EN EL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA.**

**II. INTRODUCCIÓN**

La diversidad de ecosistemas que alberga los bosques de la Amazonía ha pasado por cambios de uso de la tierra y pérdida de la biodiversidad, las causas por un lado, es la tala selectiva de árboles, que ocasiona pérdida de poblaciones naturales de especies, entre ellas el chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* D. Duke), generando déficit en demanda de madera en el mercado, desabasteciendo a la industria forestal, lo que ocasiona a los taladores informales la búsqueda de los árboles en sitios de alta vulnerabilidad ecológica.

En los últimos años el Estado ecuatoriano debido a que ha fomentado el cambio de matriz productiva, pues que, a pesar de contar con un gran potencial en el sector forestal, lamentablemente no se han realizado investigaciones en el ámbito de mejoramiento genético de especies forestales nativas, lo que significa un retraso ante los demás países de la región. Por otra parte, existe el interés de evaluar especies que se catalogan de rápido crecimiento y tienen un alto potencial maderero con fines comerciales.

*Cedrelinga catenaeformis* es una especie forestal nativa de la región Amazónica, que presenta propiedades físico-mecánicas de calidad, alto valor y rápido crecimiento. La madera *Cedrelinga catenaeformis* tiene mucha importancia económica por sus características de coloración y usos similares al cedro y caoba, esta especie se puede cultivar en plantaciones puras o en sistemas agroforestales, sin embargo, está demostrado buenos resultados en plantaciones puras. Considerando que esta especie no ha sido estudiada en ensayos de procedencias y mucho menos en plantaciones forestales en el Ecuador.

Para lo cual, en la Estación Experimental Central de la Amazonia (INIAP), se instaló y se monitorea ensayos de *Cedrelinga catenaeformis* D. Duke (chuncho) de quince procedencias, con el interés de evaluar variables dasométricas, características fenotípicas foliares de las mismas.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación es de gran importancia ya que en el Ecuador no se ha caracterizado ningún aspecto de la especie *Cedrelinga catenaeformis*, en tal sentido se requiere estudiar el comportamiento de cada una de las procedencias; el mismo que permitirá seleccionarlas de acuerdo a variables dasométricas y características fenotípicas foliares, con la finalidad de obtener una caracterización completa de la especie, tomando como referencia las quince procedencias, para contribuir al mejoramiento genético de esta especie.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

Caracterizar variables dasométricas, fenotípicas foliares de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho), en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana.

### **2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar variables dasométricas de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho), durante los primeros seis meses de plantación.
- b. Determinar características fenotípicas foliares de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho), durante los primeros seis meses de plantación.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **A. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL**

##### **1. Generalidades**

La especie *Cedrelinga catenaeformis* D. Duke (chuncho) se distribuye en América del Sur, desde Brasil, Ecuador, Colombia y Perú, es una especie maderable muy promisoras para la reforestación en la Amazonía, esta especie se puede cultivar en plantaciones puras o en sistemas agroforestales, es nativa de la selva amazónica, sin embargo está demostrando buenos resultados en plantaciones puras, también se conoce que esta especie tiene gran importancia económica por sus características de coloración y usos similares al cedro y caoba, por lo que presenta gran demanda en el sector industrial, sin embargo esta especie tiene la ventaja de rápido crecimiento y no presenta limitaciones ni exceso de manejo silvicultural que requieren otras especies (Richter & Dallwitz, 2000).

##### **2. Nomenclatura.**

Chuncho es una especie considerada monotípica. Se trata de un género restringido a la región neotropical y tiene a la Amazonía como su centro de distribución natural (Freyre, 1998), pertenece a la familia Fabácea (Saldaña, 2015) cuya nomenclatura es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Archylamydae

Orden: Rosales

Familia: Fabaceae

Género: *Cedrelinga*

Especie: *catenaeformis*

### 3. Nombres comunes

La especie nativa presenta una gran variedad de nombres comunes a lo largo de la región amazónica, en el Ecuador es conocida como chuncho o seique, en países como en Colombia, se la conoce con el nombre de achapo y credorana; en Perú como tornillo, huayra caspi, aguano, cedro mayna y en Brasil como cedrorana, parica, lacaica, yacayaca (Campos, 2009).

### 4. Descripción botánica

Los árboles de *Cedrelinga catenaeformis* son grandes de fuste recto y cilíndrico con raíces tablares grandes, forman parte del estrato superior, copa irregular, corteza es rugosa y fisurada con grietas longitudinales y profundas de color pardo oscuro en árboles maduros y más claro en árboles jóvenes. En los bosques de área natural de la especie presenta árboles dominantes que pueden llegar a medir entre 25 y 40 m de altura y de 60 a 150 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (López, 2002).

Sus hojas son compuestas alternas, bipinnadas, con tres o más pares de folíolos oblicuo-ovalado, glabros, peciolo cilíndrico con una glándula en el ápice, también presenta inflorescencia terminal o axilar en pequeñas cabezuelas (pedunculada) (Palimino & Barra, 2003).

La inflorescencia es en panícula de 12-30 cm de longitud con numerosas cabezuelas agrupadas en manojos, de 2,50 – 3,50 cm de longitud con pedúnculos de 01- 02 cm de longitud. Posee flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub-glabro, muy pequeño de 1mm. de longitud con 5 sépalos triangulares, corola con 5 lóbulos profundos, con un color que varía del verdusco al amarillento de aproximadamente 4 mm de longitud, los estambres sobresalen a la corola, dos veces más largos que ésta, a la cual están insertos en una parte media, blanquecinos, connatos (alrededor de 40), ovario supero (López, 2002).

Su fruto es una legumbre, lomento estipitado, largo, oblongo cada uno de 15 –18 cm de largo y 3–5 cm de grueso (al madurar se desprenden en artejos); semillas elípticas de 3–3,5 x 1.5 cm, ubicadas en la mitad central de cada artejo (Palimino & Barra, 2003).



La madera de esta especie tiene una densidad mediana, con duramen marrón claro, lustroso, mientras que la albura es más clara. La textura de la madera es gruesa, de grano recto a entrecruzado, fácil de trabajar con toda clase de herramientas de mano y máquinas, firme y resistente, con buen comportamiento al secado al aire libre (Aróstegui, 1978).

## **5. Germinación y formas de propagación**

### **a. Germinación**

La especie *Cedrelinga catenaeformis* presenta un porcentaje de germinación entre 75-95 % en semillas frescas y conservadas en condiciones medioambientales, el poder germinativo se mantiene hasta los 15 días después de la recolección de la semilla, si esta es almacenada en refrigeración a 5 °C durante un periodo de 2 meses el porcentaje oscila entre 10-30 y después de 4 meses el porcentaje de germinación es nulo. El periodo de germinación de la especie varía entre 10 y 20 días y el periodo de trasplante es de 30-35 días (Palimino & Barra, 2003).

### **b. Propagación**

Las plántulas de esta especie se pueden propagar en pan de tierra, a raíz desnuda, por pseudo-estaca, propagación por estaca, trasplante por regeneración natural y rebrotes de tocones, los mismos que se pueden desarrollar en sustratos preparados con tierra orgánica negra (Palimino & Barra, 2003).

## **6. Sitios óptimos de crecimiento**

### **a. Características edafo – climáticas**

Según Dazzeo (2014) los mayores crecimientos de *Cedrelinga catenaeformis* se presentan en sitios con altitudes comprendidas entre 120-800 msnm, con una precipitación media anual mínima de 2500 mm y máxima de 3800 mm. La especie se encuentra distribuida de forma natural en lugares húmedos y hasta pantanosos, con una espesa capa de humus, prefiere los valles aluviales de los ríos, suelos arenosos, franco

arenosos o arcillosos bien drenados y livianos, con pendiente moderada y no deben ser inundados permanentemente (Saldaña, 2015).

Es una especie heliófita durable de crecimiento rápido, además tiene un gran potencial para ser usado en la recuperación de áreas degradadas, debido a la asociación de micorrizas por lo que le permite desarrollarse bien en ese tipo de suelos, también se ha recomendado usar en sistemas agroforestales por lo que esta especie se considera que es una leguminosa fijadora de nitrógeno (Dazzeo, 2014).

## **7. Plagas y enfermedades**

### **a. Sensibilidad a los daños**

Se reportan varias plagas que posiblemente atacan como las arrieras, chinches, gusanos defoliadores, gallina ciega, pero los más perjudiciales son la polilla, el picudo, el *buprestide* y el coleóptero del género *Coloptoborus*, este último es un vector del hongo la *Lasiodiplodia theobromae* que es el agente causal de numerosas enfermedades de plantas (Picos, García, León, & Sañudo, 2014).

Las enfermedades causadas por este hongo incluyen muerte descendente, cáncer, gomosis, tizón de la hoja, pudrición de raíz en plantas maderables y cultivos (Pitt & Hocking, 2009). *L. theobromae* es saprófito, pero se le considera un patógeno latente, encontrándose como endófito en tejidos sanos de la planta, convirtiéndose en patógeno cuando el hospedero está debilitado o estresado (Rubini, y otros, 2005)

En el caso de la madera fresca de esta especie se ha determinado que el agente causante de la mancha azul es principalmente el hongo *Lasiodiplodia theobromae* (Patt.) Griff. Et Maubl., hongo extremadamente común en zonas calurosas del globo (Bazán de Segura, 2002).

Según Fougerousse (1988), las hifas miceliales de *L. theobromae* son capaces de perforar las paredes leñosas, pero más generalmente utilizan los poros o vías naturales de pasajes. Aparentemente este hongo utiliza para su nutrición los contenidos celulares; los que en los tejidos parenquimatosos y sobre todo en los radios son muy abundantes.

Este hongo, se instala inmediatamente después de la tala, en las partes descubiertas de la madera, y sus vías de progreso son, longitudinalmente los vasos, transversalmente los radios (Fourgerousse, 1988).

## **B. ENSAYOS DE PROCEDENCIA**

### **1. Procedencia**

Teniendo en cuenta que el término “procedencia” es usado para designar la población de árboles de una especie que crece en su lugar de origen, la semilla cosechada de ellos y su descendencia o progenie que crece en plantaciones (FAO, 2011). Adicionalmente según (CATIE, 1994) procedencia es el área geográfica y ambiental donde crecieron los progenitores de una especie, dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética. la población de progenitores puede ser nativa o exótica.

### **2. Ensayos de Procedencia**

La forma más adecuada para determinar el monto y distribución de la variación genética en una población, con el objetivo de realizar un posterior mejoramiento genético, consiste en establecer ensayos con las progenies de distintos árboles que crecen naturalmente en dos o más procedencias distintas (Vergara, Ipinza, Donoso, & Grosse, 1998).

Estos ensayos constituyen el medio más confiable ya que entregan valiosa información respecto a: la adaptabilidad de la especie a un fin y localidad determinada, al nivel de heredabilidad de las características estudiadas, a los efectos de plasticidad, el monto de las interacciones del genotipo con el ambiente, cuando se establecen réplicas en distintos sitios, y mucha información adicional (CATIE, 1994).

Una buena cantidad de ensayos, estableciendo un muestreo adecuado, genera una gran cantidad de información, pero tiene las desventajas de ser una actividad muy cara y de requerir mucho tiempo para obtener los resultados esperados. Por otro lado, otra desventaja que presenta es que los resultados de una localidad donde se desarrolla el

ensayo son válidos solamente para esa localidad, y su aplicación a otra localidad a menudo es de considerable riesgo (Ipinza, 1998).

Las especies no siempre responden por igual, ya sea en desarrollo o producto final, en localidades diferentes; la analogía climática y ecológica de las localidades pueden resultar insuficientes para revelar la adaptabilidad y productividad de las especies a esas condiciones, y solo la experimentación sobre el terreno permite evaluar estos caracteres (Ipinza, 1998).

### **3. Objetivos de los ensayos de procedencias**

Antes de iniciar programas de reforestación y un programa de mejoramiento genético forestal en sí, es importante desarrollar pruebas de procedencias, ya que las diferentes procedencias no necesariamente se comportan igual en ambientes diferentes, fenómeno común denominado interacción genotipo-ambiente (Mesén, 1994).

Conociendo que sus principales objetivos implican: La identificación y determinación de la(s) procedencia(s) más sobresalientes de la especie en términos de volumen, forma y adaptación fisiológica al sitio. Así como, determinar si existen interacciones genotipo-ambiente y si las interacciones son importantes, identificar las mejores procedencias para cada sitio (CONAFOR, 2014). Además, la determinación de la variabilidad genética existente dentro de las procedencias y, la obtención de al menos una base de selección parcial para el mejoramiento de la especie. Finalmente, con el cumplimiento de los objetivos anteriores se puede lograr identificar las procedencias con mayor potencial para mejoramiento más avanzado y producir material de selección para construir la población de mejoramiento (FAO, 2011).

## **C. VARIABLES DASOMÉTRICAS**

### **1. Generalidades**

Luego del establecimiento de un ensayo, el análisis de cuáles son los cambios que se quiere evaluar, es uno de los aspectos más importantes para poder encaminar la investigación del comportamiento de la especie y a largo plazo hacer un mejoramiento

genético de la misma. En el caso de árboles forestales los cambios que se toman en cuenta en la evaluación tienen como principio la estimación de caracteres con alto valor genético como; su heredabilidad, alta variación genética y preferiblemente características que muestran la superioridad en crecimiento del individuo (Cornelius, 1994).

Uno de los parámetros cuantitativos tomado en cuenta generalmente es el potencial volumétrico, indicador que es posible calcular obteniendo valores de diámetro a la altura del cuello (DAC), diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total del ejemplar de cada procedencia de la especie estudiada. Por otro lado, cambios de rectitud y menor copa, también se pueden cuantificar por medio de la medida de altura (Cornelius, 1994).

## **2. Incremento medio anual (IMA) en diámetro y altura**

En investigaciones realizadas en Colombia, con ensayos establecidos en la Granja Experimental “El Trueno”, se realizaron evaluaciones por un periodo de cinco años, contando con un suelo arcilloso arenoso, por lo que *Cedrelinga. catenaeformis* registró un incremento medio anual (IMA) de 1.70 m año y 1.2 cm año en altura y diámetro (Martinez, 1987).

En Brasil en una plantación establecida entre junio de 1962 y julio de 1966, evaluadas durante un periodo de 12 años, con un suelo arcilloso arenoso, tiene un incremento medio anual (IMA) de 1,60 m de altura y un diámetro de 1,9 cm en un año, dicha investigación fue realizada a campo abierto con la finalidad de obtener resultados representativos en la especie *Cedrelinga catenaeformis* (Vidaurre, 1997).

Además, las diferentes investigaciones realizadas en Perú de *C. catenaeformis* a partir de 1976 en sectores experimentales como el Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera obtienen valores de incremento medio anual (IMA) entre 1,4 y 1,6 cm en diámetro mientras que con respecto a la altura valores entre 1,6 y 2,3 m, con suelos tipificados como arcillosos, limo-arcillosos, arcillosos-arenosos y franco-arcillosos (Vidaurre, 1997).

Las plantaciones peruanas logran producir un promedio de 15 a 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>1</sup>, en comparación con el bosque natural donde se encuentran incrementados de hasta 1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>1</sup> (Schwyzer, 1981). Por lo que se han realizado modelos de crecimiento de esta especie se obteniendo a los 30 años un volumen de 2.18 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, lo que hace 872 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Además, sostiene que entre los 30 y 40 años producirán más de 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, valores mucho mayores de lo que se observa en el bosque natural, con volúmenes hasta 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Schwyzer, 1981).

### **3. Diámetro**

#### **a. Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

Es la unidad de medida del diámetro o la circunferencia de cualquier árbol con la corteza, a la altura de 1,30 metros del suelo (Sanchez, 2012).

#### **b. Diámetro a la altura del cuello (DAC)**

El diámetro a la altura del cuello (DAC), es la medida del diámetro o la circunferencia de plántulas menores a 1,30 metros de altura y se mide a 10 centímetros de la base del suelo (Sanchez, 2012).

### **4. Altura**

#### **a. Altura total**

Es la altura estimada del árbol desde la superficie hasta el ápice de la planta o la punta de la copa (Sanchez, 2012).

#### **b. Altura comercial**

Es la altura estimada que existe entre el suelo y las ramas de las copas del árbol o a su vez el diámetro mínimo aprovechable por la industria (Sanchez, 2012).

## **5. Métodos de evaluación del diámetro y la altura**

### **a. Métodos de evaluación del diámetro**

#### **1) Forcípula**

Es una regla graduada en centímetros y pulgadas, y posee un brazo movable y el otro fijo. Este instrumento sirve para medir el diámetro de los árboles a 1,30 metros del suelo (Sanchez, 2012).

#### **2) Cinta métrica**

Es una cinta graduada en centímetros que proporciona la circunferencia total del árbol, por medio de fórmulas obtenemos el diámetro del árbol, este método es menos utilizado, pero tiene mayor precisión (Sanchez, 2012).

#### **3) Pie de rey o calibrador**

Es un instrumento para medir diámetros o longitudes, permite obtener lecturas en milímetros y fracciones de pulgadas, y posee un brazo movable y el otro fijo. Este instrumento sirve para medir el diámetro de plántulas (Sanchez, 2012).

En esta investigación se utilizó el pie de rey o calibrador ya que las plantas son pequeñas y poseen diámetros menores a 0,005 milímetros, con la finalidad de obtener datos reales de crecimientos de las plántulas y notar la diferencia de crecimiento entre procedencias.

## **b. Métodos de evaluación de la altura**

### **1) Hipsómetro**

Es un instrumento que sirve para medir alturas basado en funciones trigonométricas, la persona tiene que estar una distancia de 20 o 30 metros, se observa la base del árbol y la punta de la copa, esta medida es grados y mediante cálculos matemáticos se obtiene la altura total o altura comercial del árbol (Sanchez, 2012).

### **2) Jalones**

El jalón es una vara de 2 a 2,5 metros de largo dividida en bandas 0,50 metros pintadas alternativamente en rojo y blanco para facilitar su visibilidad en el terreno, esta vara se la pone junto al árbol y se obtiene la altura del árbol (Sanchez, 2012).

### **3) Varas graduadas**

Es una vara que puede tener diferente longitud, esta dependerá de la edad de la plantación, está dividida en metros y centímetros, obteniendo la medición de forma directa (Sanchez, 2012). Para esta investigación se utilizó este tipo de instrumento, ya que las plántulas sembradas en este ensayo tenían una altura mayor a 20 centímetros.

## **D. MORFOLOGÍA VEGETAL**

### **1. Definición**

La morfología vegetal es la ciencia que estudia la parte externa de las plantas como; raíz, tallos, hojas, flores, frutos y semillas (Vázquez & Arnaude, 2016).

### **2. La hoja**

La hoja es el órgano principal para la asimilación del  $\text{CO}_2$ , ya que en ellas se realiza la función fotosintética, así como también puede realizar funciones de respiración, transpiración y en el caso de lesión puede emitir yemas (Vázquez & Arnaude, 2016).



En las hojas encontramos un pigmento de color verde llamado clorofila, es el encargado de captar la luz del sol y convertir la energía química. Esta energía es utilizada por la planta para transformar la savia bruta en savia elaborada (azúcares). Los azúcares sirven de alimento a la planta y son transportados a todas sus partes (Vázquez & Arnaude, 2016).

La respiración es un proceso en el que las plantas consumen oxígeno para degradar los azúcares y obtener energía necesaria para realizar funciones de crecimiento, reproducción (Vázquez & Arnaude, 2016).

### **3. Morfología de las hojas**

Desde el punto de vista morfológico, en la hoja se distinguen las siguientes partes:

**Limbo:** es la parte ensanchada de la hoja, normalmente con una cara superior llamada haz y una inferior llamada envés. Consta de tres regiones: base, ápice y bordes. En el envés son muy abundantes estomas, que son pequeños poros de las plantas localizados en la superficie de sus hojas. Constan de dos grandes células capaces de separarse entre sí, regulando así el tamaño total del poro, por lo tanto, la capacidad de intercambio de gases y de pérdida de agua. **Pecíolo:** es el rabillo que sirve de enlace entre limbo foliar y tallo. **Vaina:** es la base más o menos ensanchada de la hoja, que abraza total o parcialmente al tallo. Se encuentra muy desarrollada en las gramíneas. **Nervadura:** se corresponde con la disposición de los tejidos conductores (xilema y floema) sobre el limbo foliar (Rincon, Quintero, & Perez, 2011).

### **4. Área foliar**

Rincón, Quintero, & Perez (2011), manifiestan que el área foliar es uno de los parámetros más importantes en el estudio del crecimiento y desarrollo de las plantas, su variabilidad está relacionada con la mayoría de sus procesos fisiológicos, morfológicos, biológicos, ambientales y agronómicos; cuya evolución depende del índice de crecimiento, procesos fotosintéticos, radiación solar, disposición de agua y nutrientes, asignación de la biomasa, potencial productivo y balance de energía.

El caracterizar la diversidad genética por variantes morfológicas y fenotípicas, a pesar de ser factible no es seguro, ya que son características universales que resultan inconvenientes ser medidas en las poblaciones naturales de los organismos, ya que al sumarse el genotipo y el ambiente, no se conoce en qué proporción la variedad observable se debe a factores genéticos y no ambientales o viceversa (Sosa, Bautista, Gonzales, & Bouza, 2004).

Son características fenotípicas de fácil identificación visual tales como forma, color, tamaño o altura. Muchos de ellos se convierten en importantes descriptores, a la hora de inscribir nuevas variedades. Este tipo de marcadores contribuyó significativamente al desarrollo teórico del ligamiento genético y a la construcción de las primeras versiones de mapas genéticos (Ferreira & Grattapaglia, 2000). Un carácter puede ser considerado como marcador genético, siempre que demuestre una variación experimentalmente detectable entre los individuos de la población y un modo de herencia predecible según las leyes de Mendel, desde cambios fenotípicos heredables hasta variación en un solo nucleótido. Siendo un marcador ideal aquel que cumple con ser altamente polimórfico o variable dentro y entre especies, de herencia mendeliana no epistática (sin interacción entre genes), insensible a los efectos ambientales, codominante, de rápida identificación y simple análisis y de posible detección en los estadios tempranos del desarrollo de la planta (Ferreira & Grattapaglia, 2000).

## **5. Métodos de medición del área foliar**

### **a. Métodos directos**

Se basan en medir el área foliar propiamente sobre el material vegetal, así mismos existen métodos indirectos en los cuales derivan el área foliar de parámetros más fácilmente medibles (fotografías, escáner, etc.) (Vázquez & Arnaude, 2016).

### **b. Métodos destructivos**

Requieren arrancar las hojas de la especie en estudio, la mayoría de estos métodos se realizan en laboratorios y entre los más comunes se pueden citar el método de las

figuras geométricas o gravimétricas, también existen los métodos no destructivos en este proceso se incluyen parámetros que pueden ser usados en campo sin necesidad de dañar el material vegetal, como por ejemplo puede realizarse la medición con plantillas con medidas lineales (Vázquez & Arnaude, 2016).

### **c. Métodos de estimación con software y cámaras digitales**

Especializados han favorecido el estudio de imágenes para la estimación del área foliar a partir de medidas directas, de dimensiones especialmente el largo y ancho (Vázquez & Arnaude, 2016).

Para esta investigación se utilizó este tipo de metodología, con la finalidad de observar el crecimiento y estimar el área foliar de cada procedencia.

## **E. MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL**

### **1. Mejoramiento forestal**

Generalmente se puede definir como: la aplicación de principios genéticos en la silvicultura para aumentar el rendimiento y la productividad de los bosques, por medio de la utilización de fuentes semilleras con superioridad genética (Gutiérrez, 1997). Pero la definición más cercana a la realidad es la ofrecida por Cornelius (1994) donde mantiene que: El mejoramiento genético forestal es la identificación y desarrollo de poblaciones genéticamente superiores de especies forestales, y el uso de estas (u otro material vegetativo) para establecer plantaciones mejoradas.

### **2. Objetivos del mejoramiento forestal**

Las actividades fundamentales dentro de un programa de mejoramiento genético incluyen como primer paso la identificación de las clases, causas y magnitud de la variabilidad genética dentro de las especies, seguido por la selección de aquellas poblaciones e individuos que contengan características destacadas en base a sus características fenotípicas, para luego fomentar la propagación masiva del material mejorado y la conservación de los recursos genéticos (FAO, 2011).

La selección y mejoramiento es la actividad central; la selección es el primer paso e incluye la elección de genotipos deseables. La mejora incluye la formulación de un diseño de cruzamiento y la evaluación de la progenie resultante para la próxima generación. Los individuos mejorados permiten obtener el aumento de la productividad y la adaptabilidad de las especies estudiadas, así como la conservación a largo plazo de la diversidad genética existente (FAO, 2011).

### **3. Variabilidad genética**

#### **a. Definición**

La variabilidad genética es una expresión de las diferencias del material genético entre los individuos de una población. En general, entre mayor sea la variación de la constitución genética entre individuos mayores posibilidades tienen las especies o poblaciones para reproducirse, sobrevivir o adaptarse a los cambios en las condiciones ambientales (CATIE, 1995).

#### **b. Importancia de la variabilidad genética**

La variación genética es un aspecto importante en la conservación, adaptación y mejoramiento genético forestal este hecho también significa un mayor potencial para la selección y desarrollar la composición genética definida para la población anhelada (CATIE, 1995).

El conocimiento de la distribución de la diversidad genética a lo largo del rango geográfico de una especie es un elemento importante para determinar la estrategia óptima, tanto para la recolección como para la utilización de un componente suficientemente grande y representativo de la variabilidad de una especie (Loveless, 1992).

## F. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

**Tabla 1** Resumen de condiciones edafoclimáticas del lugar de origen de las procedencias.

Provincia de procedencia	Nombre del propietario y/o reserva	Código	Temperatura Media (°C)	Precipitación (mm)	Altitud msnm	Tipo de suelo
Orellana	Bolívar García	<b>OP-BG</b>				
Orellana	Rosmel Benalcázar	<b>OP-RB</b>				
Orellana	Juana Chela	<b>OP-JCH</b>				
Orellana	José Tapuy	<b>OP-JT</b>	27	3100	250	Franco arcilloso
Orellana	Andrés Jaramillo	<b>OP-AJ</b>				
Orellana	Olga Ramírez	<b>OP-OR</b>				
Orellana	La belleza	<b>OP-LB</b>				
Orellana	Oswaldo Puraquilla	<b>OP-OP</b>				
Sucumbíos	Ángel Torres	<b>SP-AT</b>	28	3400	300	Franco arcilloso
Sucumbíos	Fredy Moreno	<b>SP-FM</b>				
Napo	NTCSAC	<b>NTCSAC</b>				
Napo	Eliceo Cerda	<b>NP-EC</b>				
Napo	Reserva bosque 1891	<b>NP-B1891</b>	23	3800	512	Franco limoso -arcilloso
Napo	Reserva bosque 1884	<b>NP-B1884</b>				
Zamora Chinchipe	Wilfrido Calles	<b>ZCHP-WC</b>	21	1200	680	Franco arcilloso

Fuente: EECA, 2018

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

El ensayo de chuncho se ubicó en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) perteneciente al INIAP, en la vía Sacha-San Carlos km 3 de la entrada a la Parker, cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana.

#### **a. Ubicación Geográfica**

La estación se encuentra a una altitud de 250 msnm en las coordenadas proyectadas UTM zona 18S, Datum WGS 84; en la latitud: 292447N y longitud: 9960377E (**Anexo 1**).

#### **2. Características climáticas**

Durante el periodo de investigación se registró una temperatura promedio mensual de 27 °C, humedad relativa del 80%, precipitación promedio mensual de 1951,58 mm (INAMHI, 2016).

#### **3. Clasificación ecológica**

Según Cañadas (1983) la Estación Experimental Central de la Amazonía se encuentra ubicada en la zona de vida de formación ecológica bosque húmedo Tropical (bhT).

### **B. MATERIALES**

#### **1. Físicos**

Vehículo, barreno, libreta de campo, estacas, pie de rey, regla graduada, cámara fotográfica, tijeras de podar, pintura roja, cinta métrica, pincel, estacas, hoyadora, machete, bolsas de plástico, formularios y esferos.

## 2. Vegetales

Plantas de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho)

**Tabla 2** Procedencias de investigación

<b>Provincia de procedencia</b>	<b>Nombre del propietario y/o reserva</b>	<b>Código</b>
<b>Orellana</b>	Bolívar García	<b>OP-BG</b>
<b>Orellana</b>	Rosmel Benalcázar	<b>OP-RB</b>
<b>Orellana</b>	Juana Chela	<b>OP-JCH</b>
<b>Orellana</b>	José Tapuy	<b>OP-JT</b>
<b>Orellana</b>	Andrés Jaramillo	<b>OP-AJ</b>
<b>Orellana</b>	Olga Ramírez	<b>OP-OR</b>
<b>Orellana</b>	La belleza	<b>OP-LB</b>
<b>Orellana</b>	Oswaldo Puraquilla	<b>OP-OP</b>
<b>Sucumbíos</b>	Ángel Torres	<b>SP-AT</b>
<b>Sucumbíos</b>	Fredy Moreno	<b>SP-FM</b>
<b>Napo</b>	NTCSAC	<b>NTCSAC</b>
<b>Napo</b>	Eliceo Cerda	<b>NP-EC</b>
<b>Napo</b>	Reserva bosque 1891	<b>NP-B1891</b>
<b>Napo</b>	Reserva bosque 1884	<b>NP-B1884</b>
<b>Zamora Chinchipe</b>	Wilfrido Calles	<b>ZCHP-WC</b>

Fuente: EECA, 2018

## 3. Equipos de oficina e informáticos

GPS, computadora, impresora, ArcGis, Microsoft office, software ImagenJ y software estadístico INFOSTAT.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Delimitación del área en estudio

Para la delimitación geográfica del área se realizó un recorrido y se georreferenció el terreno, el mismo que sirvió para el establecimiento de las quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho).

## **2. Factor en estudio**

El único factor en estudio corresponde a las procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho).

## **3. Unidad experimental**

Parcelas cuadrangulares, con 45 unidades experimentales con un área de 672 m<sup>2</sup>, cubriendo un área total de 30240 m<sup>2</sup>, cada unidad experimental tiene 42 plantas, con un total de 1890 plantas.

## **4. Tratamientos**

Se evaluaron 15 procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (Chuncho), provenientes de: Napo (4), Orellana (8), Sucumbíos (2) y Zamora Chinchiipe (1).

## **5. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 15 tratamientos (procedencias) de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho) y 3 repeticiones, en total se evaluaron 45 unidades experimentales.

## **6. Análisis de varianza**

Se utilizó el ADEVA simple como se muestra en la tabla 2 para lo que se utilizó el programa INFostat.



**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza para la evaluación de 15 procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Bloques(B)	$(b-1) = (3-1)$	2
Procedencias (P)	$(p-1) = (15-1)$	14
Error Experimental	Diferencia	28
Total	$(P)(B)-1=N-1$	44

## 7. Análisis funcional

En caso de registrarse diferencias estadísticas se realizará la prueba de separación de medias de Tukey al 5%.

## 8. Variables evaluadas y calificadas

### a. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

Se midió el diámetro del fuste a una altura de 10 centímetros desde el suelo, con la ayuda del pie de rey, esta variable se registró en centímetros.

### b. Altura total de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

Se midió la distancia comprendida entre la base de la planta a nivel del suelo hasta su ápice, esta medición se realizó con la ayuda de una regla graduada y se registró en centímetros.

### c. Área foliar de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

Para determinar el área foliar de las procedencias, se tomaron fotografías de las hojas, con un fondo de color, además se ubicó una regla, la misma que servirá de referencia de longitud para el programa, de cada unidad experimental se tomaran 20 árboles de la parcela neta. Para este método se utilizó una base firme libre, con las fotografías se

estimó el área foliar de cada procedencia empleando el programa Imagej Tool versión 3,0, desarrollado por Wilcox, y otros (2002) junto con la universidad de Texas.

## **9. Manejo específico del experimento**

### **a. Preparación del terreno**

Se fumigó un herbicida para el control de malezas, luego se pasó la rastra y se esperó un tiempo de 15 días para nuevamente aplicar un herbicida, además se realizó el levantamiento topográfico para la distribución de los bloques en estudio.

### **b. Análisis del suelo**

Se realizó un muestreo de suelo de todo el ensayo a dos profundidades (0-25; 25,1-50cm), las muestras se llevaron al laboratorio de Suelos de la Estación Central de la Amazonía para el análisis de macro y micronutrientes existentes, así como también; textura, pH, materia orgánica (%), conductividad eléctrica (dS/m), capacidad de intercambio catiónico, estos análisis se realizaron siguiendo la metodología del DMSA.

### **c. Balizado del ensayo**

Una vez realizado el levantamiento topográfico se realizó el mapeo del ensayo y se colocaron 1890 balizas distribuidas en el terreno, las mismas que estuvieron ubicadas a una distancia 4x4 metros, en cada baliza se realizó hoyos de 20 x 20 x 20 cm.

### **d. Instalación del ensayo**

Se plantaron las procedencias en filas de 6 plantas y columnas de 7 plantas (42 plantas por parcela), las mismas que formarán un rectángulo de 24 x 28 metros.

### e. Control de malezas

Los controles de malezas se realizaron de manera manual, química o con el empleo de maquinarias agrícolas modo de ser necesario hasta controlar las gramíneas, especialmente la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) que es una especie muy agresiva. Estos controles se efectuaron cuando cada 20 días, hasta que la especie forestal por su densidad realice el control natural.

### f. Presencia de insectos, plagas y enfermedades

Se clasificó los tipos más comunes de daños como: manchas foliares, trozadores, enrolladores, alimentación libre, galerías y esqueletizado, que se encuentren presentes en el órgano específico del árbol (hoja, rama, fuste, raíz, etc.). La evaluación se llevó a cabo después de la plantación, a los 45 días. Sin embargo, si los daños que presenta la plantación por esta causa son severos, se optará por realizar controles químicos.

$$\% \text{ plantas afectadas} = \frac{n^{\circ} \text{ plantas afectadas}}{n^{\circ} \text{ total individuos plantados}} \times 100 \quad (1)$$

### g. Porcentaje de prendimiento en campo

Se cuantificó el número de plantas prendidas de cada unidad experimental, realizando una evaluación 45 días después del establecimiento del ensayo; para calcular el porcentaje (%) se utilizó la ecuación 2:

$$\% \text{ de prendimiento (por procedencia)} = \frac{n^{\circ} \text{ plantas prendidas}}{n^{\circ} \text{ total individuos plantados}} \times 100 \quad (2)$$

### h. Datos climáticos

Se registraron datos climáticos del Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI), la misma que se encuentra ubicada en la Estación Experimental Central de la Amazonía, se registrarán datos de temperatura y precipitación.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS DE QUINCE PROCEDENCIAS DE *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (CHUNCHO)

#### 1. Diámetro a la altura del cuello (DAC)

##### a. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 15 días

El análisis de varianza realizado para el DAC (Diámetro a la altura del cuello) de la especie en investigación a los 15 días, permite identificar diferencias estadísticas altamente significativas para las quince procedencias ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 1), sin embargo, se evidencian diferencias estadísticas no significativas para las tres repeticiones llevadas a cabo ( $p 0,0512$ ).

**Cuadro 1:** Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 15 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
PROCEDENCIAS	0,04	14	3,2E-03	1,63	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,03	2	0,02 8,57	8,57	0,0512	ns
Error	0,06	28	2,0E-03			
<u>Total</u>	<u>0,13</u>	<u>44</u>				

C.V. 24,35%

Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para diámetro a la altura del cuello (cuadro 2), en las procedencias analizadas a los 15 días, se identificó 13 rangos de clasificación, resultando la procedencia NP-B1891 con el mejor comportamiento (rango A) presentando un mayor diámetro a la altura del cuello con una media de 0,40 cm, y en el último puesto (rango H) se ubicó la procedencia NP-EC teniendo el menor comportamiento con una media de 0,29 cm de DAC.

**Cuadro 2:** Separación de las medias de Tukey al 5% para DAC, de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

<b>PROCEDENCIAS</b>	<b>MEDIAS cm</b>	<b>RANGO</b>
NP-B1891	0,40	A
OP-OR	0,40	A B
NP-B1884	0,38	A B C
OP-JT	0,37	A B C D
OP-BG	0,37	A B C D E
OP-OP	0,36	B C D E
OP-JCH	0,35	C D E
SP-FM	0,34	D E F
NTCSAC	0,34	D E F G
OP-AJ	0,34	D E F G
OP-LB	0,34	E F G
OP-RB	0,31	F G H
SP-AT	0,30	G H
ZCHP-WC	0,30	H
NP-EC	0,29	H

Elaborado por: Morales, 2018

**b. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 3 meses**

El análisis de varianza realizado para el DAC (Diámetro a la altura del cuello) a los 3 meses, de igual manera se identificó que se mantiene diferencias estadísticas altamente significativas para las procedencias analizadas ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 3), al igual que se mantienen las diferencias estadísticas no significativas para las repeticiones ( $p 0,0567$ ).

**Cuadro 3:** Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 3 meses, en *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
PROCEDENCIAS	0,49	14	0,04	5,27	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,54	2	0,27	40,61	0,0567	ns
Error	0,19	28	0,01			
Total	1,22	44				

C.V. 30,63%

Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para DAC (cuadro 4), en los tratamientos analizados a los 3 meses, se identificó 10 rangos de clasificación, teniendo como resultado que el mejor comportamiento (rango A) que presentó la procedencia OP-BG con un DAC mayor de media de 1,01 cm de DAC, y en el último (rango G) se ubicó como el menor comportamiento la procedencia NP-B1884 con una media de 0,52 cm de DAC.

**Cuadro 4:** Separación de las medias de Tukey al 5% para para diámetro a la altura del cuello DAC, de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>PROCEDENCIAS</b>	<b>MEDIAS cm</b>	<b>RANGO</b>
OP-BG	1,01	A
OP-OR	0,80	B
OP-JT	0,77	B C
OP-AJ	0,72	B C D
OP-JCH	0,72	B C D
NP-EC	0,71	B C D
OP-RB	0,69	C D E
SP-FM	0,68	C D E F
SP-AT	0,67	C D E F
OP-LB	0,65	D E F
OP-OP	0,65	D E F
ZCHP-WC	0,63	D E F
NP-B1891	0,60	E F G
NTCSAC	0,59	F G
NP-B1884	0,52	G

Elaborado por: Morales, 2018

**c. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 6 meses**

El análisis de varianza realizado para el DAC (Diámetro a la altura del cuello) a los 6 meses, verificó la tendencia de identificación de diferencias estadísticas altamente significativas para las diferentes procedencias ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 5).

**Cuadro 5:** Análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 6 meses, en *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
PROCEDENCIAS	0,57	14	0,04	1,66	<0,0001	**
REPETICIÓN	0,56	2	0,28	11,44	0,0549	ns
Error	0,68	28	0,02			
<u>Total</u>	<u>1,81</u>	<u>44</u>				

C.V. 34,06%

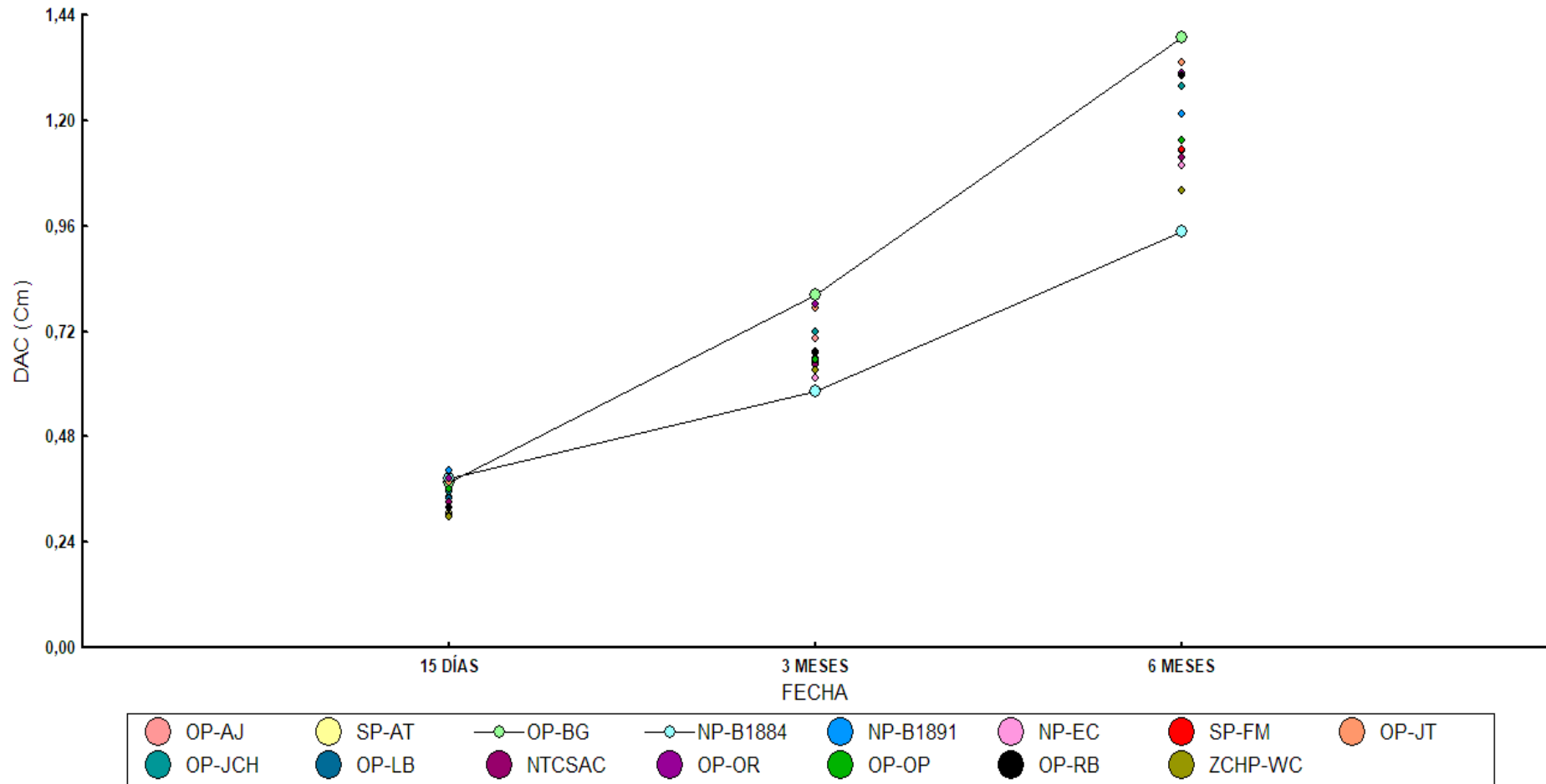
Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para DAC (cuadro 6), en las procedencias analizadas a los 6 meses, se identificó 11 rangos de clasificación, obteniendo que la procedencia OP-BG presenta mejor comportamiento (rango A) y mayor DAC con una media de 1,72 cm, por otro lado, en el último (rango G) se ubicó el comportamiento de la procedencia NP-B1884 con una media de 0,83 cm de DAC, que es el menor.

**Cuadro 6:** Separación de las medias de Tukey al 5% para DAC, de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<u>PROCEDENCIAS</u>	<u>MEDIAS cm</u>	<u>RANGO</u>
OP-BG	1,72	A
OP-OR	1,33	B
OP-JT	1,31	B C
OP-RB	1,31	B C D
OP-JCH	1,27	B C D
NP-EC	1,24	B C D E
OP-AJ	1,16	B C D E F
SP-FM	1,16	B C D E F
SP-AT	1,16	B C D E F
OP-OP	1,14	B C D E F
OP-LB	1,12	C D E F
NP-B1891	1,11	D E F
ZCHP-WC	1,04	E F
NTCSAC	1,02	F G
NP-B1884	0,83	G

Elaborado por: Morales, 2018



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 1:** Curva de crecimiento de diámetro a la altura del cuello (DAC) de *Cedrelinga catenaeformis*.



En las investigaciones llevadas a cabo tanto en Brasil, Colombia y Perú se obtienen datos de crecimiento medios anuales de 1,9 cm, 1,2 cm y 1,5 cm de diámetro a la altura del cuello respectivamente por lo que se calcula un crecimiento medio semestral igualitario para Brasil de 0,95 cm, para Colombia 0,60 cm y para Perú 0,85 cm valores que permiten ser comparados con los obtenidos en este estudio.

En la investigación realizada en Estación Experimental Central de la Amazonía en el ensayo de procedencias se obtuvo valores promedios de crecimiento del DAC a los seis meses de 0,84 cm. Al ser comparado estos resultados se encuentran dentro de los rangos en las investigaciones de Colombia, Perú y Brasil mostrando las condiciones de sitio como temperatura, precipitación y características de suelo son similares a los de los países antes mencionados.

## 2. Altura

### a. Altura total de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 15 días

El análisis de varianza realizado para la altura a los 15 días se identificó diferencias estadísticas altamente significativas para las procedencias ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 7), presentando también diferencias estadísticas no significativas para las repeticiones ( $p = 0,0650$ ). Se puede analizar los datos de las diferentes procedencias, se descarta alguna posible afectación en los datos por las repeticiones llevadas a cabo.

**Cuadro 7:** Análisis de varianza para a la altura total a los 15 días, en *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
PROCEDENCIAS	981,75	14	70,12	3,72	<0,0001	**
REPETICIÓN	8,25	2	4,12	0,22	0,0650	ns
Error	528,38	28	18,87			
<b>Total</b>	<b>1518,38</b>	<b>44</b>				

C.V. 18,89%

Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para la altura (Cuadro 8) en las procedencias analizadas a los 15 días, se identificó 10 rangos de clasificación, donde la procedencia NP-B1884 se califica con el mejor comportamiento (rango A), es decir, presentó mayor altura con una media de 29,94 cm, también se establece que en el último (rango G) se ubicó el menor comportamiento de la procedencia NP-EC con una media de 14,76 cm de altura.

**Cuadro 8:** Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de *C. catenaeformis* D. Ducke.

<b>PROCEDENCIAS</b>	<b>MEDIAS cm</b>	<b>RANGO</b>
NP-B1884	29,94	A
NP-B1891	26,31	A B
OP-OR	22,33	B C
OP-LB	22,03	C D
SP-FM	21,27	C D
OP-BG	21,15	C D E
OP-JCH	20,98	C D E
OP-JT	20,74	C D E F
NTCSAC	20,72	C D E F
OP-PO	19,53	C D E F
OP-RB	18,28	D E F G
OP-AJ	17,18	E F G
SP-AT	16,94	F G
ZCHP-WC	15,47	G
NP-EC	14,76	G

Elaborado por: Morales, 2018

**b. Altura total de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 3 meses**

El análisis de varianza que se realizó para la altura a los 3 meses identificó diferencias estadísticas altamente significativas para las procedencias investigadas ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 9), así como también, se presentaron diferencias estadísticas no significativas para las repeticiones realizadas ( $p 0,0704$ ).

**Cuadro 9:** Análisis de varianza para la altura total a los 3 meses en *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
PROCEDENCIAS	942,95	14	67,35	2,25	<0,0001	**
REPETICIÓN	269,02	2	134,51	4,49	0,0704	ns
Error	839,20	28	29,97			
<b>Total</b>	<b>2051,17</b>	<b>44</b>				

C.V. 14,12%

Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para la altura (cuadro 10), en los tratamientos analizados a los 3 meses, se identificó 8 rangos de clasificación, ubicándole al mejor comportamiento (rango A) y que presento mayor altura la procedencia OP-BG con una media de 47,59 cm de altura, y en el último (rango E) se ubicó el menor comportamiento la procedencia NP-EC con una media de 30,50 cm de altura.

**Cuadro 10:** Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

<b>PROCEDENCIAS</b>	<b>MEDIAS cm</b>	<b>RANGO</b>
OP-BG	47,59	A
OP-OR	45,63	A B
OP-JCH	38,54	B C
SP-FM	38,16	C
OP-LB	38,11	C
OP-JT	38,08	C D
OP-RB	36,87	C D E
NP-B1891	36,48	C D E
NTCSAC	33,79	C D E
NP-B1884	33,20	C D E
OP-OP	32,75	C D E
OP-AJ	32,69	C D E
ZCHP-WC	30,80	D E
SP-AT	30,56	E
NP-EC	30,50	E

Elaborado por: Morales, 2018

**c. Altura de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 6 meses**

El análisis de varianza realizado para la altura a los 6 meses verificó la tendencia de identificación de diferencias estadísticas altamente significativas para las procedencias ( $p < 0,0001$ ) (Cuadro 11), además de las diferencias estadísticas no significativas para las repeticiones ( $p 0,0625$ ). Este análisis indica que se pueden utilizar los datos de esta evaluación a los 6 meses para la investigación con respecto a las procedencias sin influencia significativa de variabilidad respecto a las repeticiones efectuadas.

**Cuadro 11:** Análisis de varianza para a la altura a los 6 meses, en *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
PROCEDENCIAS	1524,54	14	108,90	1,97	<0,0001	**
REPETICIÓN	824,94	2	412,47	7,45	0,0625	ns
Error	1550,57	28	55,38			
<b>Total</b>	<b>3900,05</b>	<b>44</b>				

C.V. 13,65%

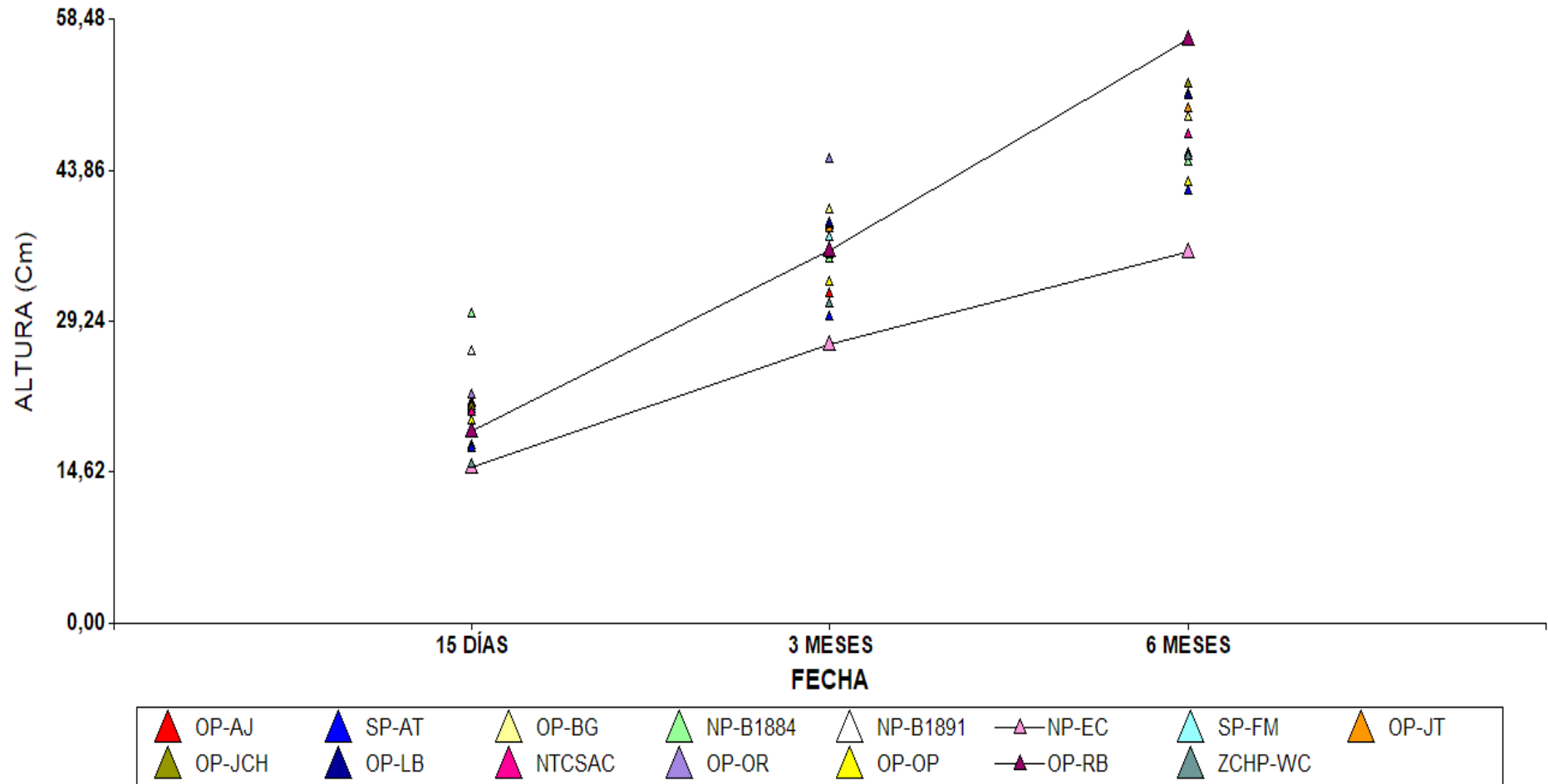
Elaborado por: Morales, 2018

Al analizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para la altura (Cuadro 12), en los tratamientos analizados a los 6 meses, se identificó 5 rangos de clasificación, obteniendo que la procedencia OP-OR presentó mejor comportamiento (rango A) y mayor altura con una media de 57,24 cm, por otro lado, en el último (rango C) se ubicó el comportamiento de la procedencia NP-EC con una media de 40,11 cm de altura que es el menor.

**Cuadro 12:** Separación de las medias de Tukey al 5% para la altura total de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS cm</b>	<b>RANGO</b>
OP-OR	57,24	A
OP-RB	56,94	A
OP-JCH	52,11	A B
OP-LB	50,21	A B C
OP-BG	49,81	A B C
OP-JT	49,35	A B C
NP-B1891	48,33	A B C
OP-AJ	46,39	A B C
SP-FM	46,36	A B C
ZCHP-WC	45,43	A B C
NTCSAC	44,68	B C
SP-AT	42,68	B C
OP-OP	42,46	B C
NP-B1884	41,59	B C
NP-EC	40,11	C

Elaborado por: Morales, 2018



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 2:** Curva de crecimiento de altura de *Cedrelinga catenaeformis*.

La altura presentada en otras investigaciones y mostradas por Vidaurre (1997) en el caso de estudios realizados en Brasil, Colombia y Perú se tiene valores de crecimientos medios anuales de 1,60 m, 1,70 m, 1,95 m respectivamente para cada uno de los países, valores que permiten calcular el crecimiento semestral igualitario que es igual a 80 cm para Brasil, 0,85 cm para Colombia y 0,98 cm para Perú datos que ya permiten compararlos con los del ensayo en estudio.

En el ensayo de la Estación Experimental Central de la Amazonía cuenta con valores de crecimiento promedio a los seis meses es de 27,01 cm. que al comparar con las investigaciones de la literatura se puede observar que este parámetro es aproximadamente la tercera parte del valor obtenido en la investigación de Perú y de los demás países, es decir se puede evidenciar que a los seis meses de evaluación el desarrollo en altura de *Cedrelinga catenaeformis* en el ensayo establecido y evaluado no sigue la tendencia de las investigaciones efectuadas en otros países presentando valores medios menores.

## **B. CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS FOLIARES**

### **1. Área foliar de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke**

#### **a. Área Foliar de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 15 días**

En el análisis de varianza realizado para el área foliar a los 15 días, no se identificó diferencias estadísticas significativas para las procedencias ( $p > 0,0150$ ), así mismo, no se presentaron diferencias estadísticas significativas para las repeticiones efectuadas ( $p > 0,0030$ ). (Cuadro 13).

**Cuadro 13:** Análisis de varianza para el área foliar a los 15 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
PROCEDENCIA	9722,09	14	694,43	2,61	0,0150	ns
REPETICIÓN	3841,91	2	1920,95	7,21	0,0030	ns
Error	7459,50	28	266,41			
<b>Total</b>	<b>21023,49</b>	<b>44</b>				

C.V. 20,74%

Elaborado por: Morales, 2018

Existen diferentes numéricas marcadas, sin embargo, no son registradas como representativas en el ADEVA y al realizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para el área foliar (Cuadro 14), en los tratamientos analizados a los 15 días, se identificó un rango de clasificación.

**Cuadro 14:** Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de *C. catenaeformis* D. Ducke.

<b>PROCEDENCIA</b>	<b>MEDIAS cm<sup>2</sup></b>	<b>RANGO</b>
OP-RB	96,82	A
NTCSAC	95,46	A
OP-JT	93,49	A
OP-JCH	92,11	A
NP-EC	90,57	A
OP-BG	88,40	A
SP-AT	82,34	A
NP-B1891	80,62	A
OP-OP	78,94	A
OP-OR	76,87	A
SP-FM	74,20	A
NP-B1884	68,23	A
OP-LB	58,46	A
ZCHP-WC	52,39	A
OP-AJ	51,39	A

Elaborado por: Morales, 2018



**b. Área foliar de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 3 meses**

En el análisis de varianza realizado para el área foliar a los 3 meses, no se identificó diferencias estadísticas significativas para las procedencias ( $p$  0,0503), así mismo, no se presentaron diferencias estadísticas significativas para las repeticiones ( $p$  0,0259). (Cuadro 15).

**Cuadro 15:** Análisis de varianza para el área foliar a los 3 meses

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
PROCEDENCIA	33821,30	14	2415,81	2,06	0,0503	ns
REPETICIÓN	9781,45	2	4890,73	4,17	0,0259	ns
Error	32821,54	28	1172,20			
<u>Total</u>	<u>76424,29</u>	<u>44</u>				

C.V. 22,45%

Elaborado por: Morales, 2018

Existen diferentes numéricas marcadas, sin embargo, no son registradas como representativas en el ADEVA y al realizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para el área foliar (Cuadro 16), en los tratamientos analizados a los 3 meses, se identificó un rango de clasificación.

**Cuadro 16:** Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>PROCEDENCIA</b>	<b>MEDIAS cm<sup>2</sup></b>	<b>RANGO</b>
NTCSAC	190,91	A
NP-EC	181,14	A
OP-RB	179,23	A
OP-JT	175,78	A
OP-JCH	174,53	A
OP-BG	163,84	A
NP-B1891	161,24	A
SP-AT	158,08	A
OP-OP	157,89	A
SP-FM	145,34	A
OP-OR	144,07	A
NP-B1884	136,47	A
OP-LB	116,92	A
ZCHP-WC	104,77	A
OP-AJ	97,29	A

Elaborado por: Morales, 2018

**c. Área foliar de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke a los 6 meses**

En el análisis de varianza realizado para el área foliar a los 6 meses, no se identificó diferencias estadísticas significativas para las procedencias ( $p > 0,0150$ ), así mismo, no se presentaron diferencias estadísticas significativas para las repeticiones ( $p > 0,0030$ ) (Cuadro 17).

Indicando que el área foliar es un parámetro que no tiene diferencia significativa entre procedencias ni repeticiones, por lo que no se puede analizar para obtención de información que contribuya a la investigación.

**Cuadro 17:** Análisis de varianza para el área foliar a los 6 meses

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
PROCEDENCIA	87502,82	14	6250,20	2,61	0,0150 ns
REPETICIÓN	34580,26	2	17290,13	7,21	0,0030 ns
Error	67137,42	28	2397,77		
<b>Total</b>	<b>189220,50</b>	<b>44</b>			

C.V. 20,74%

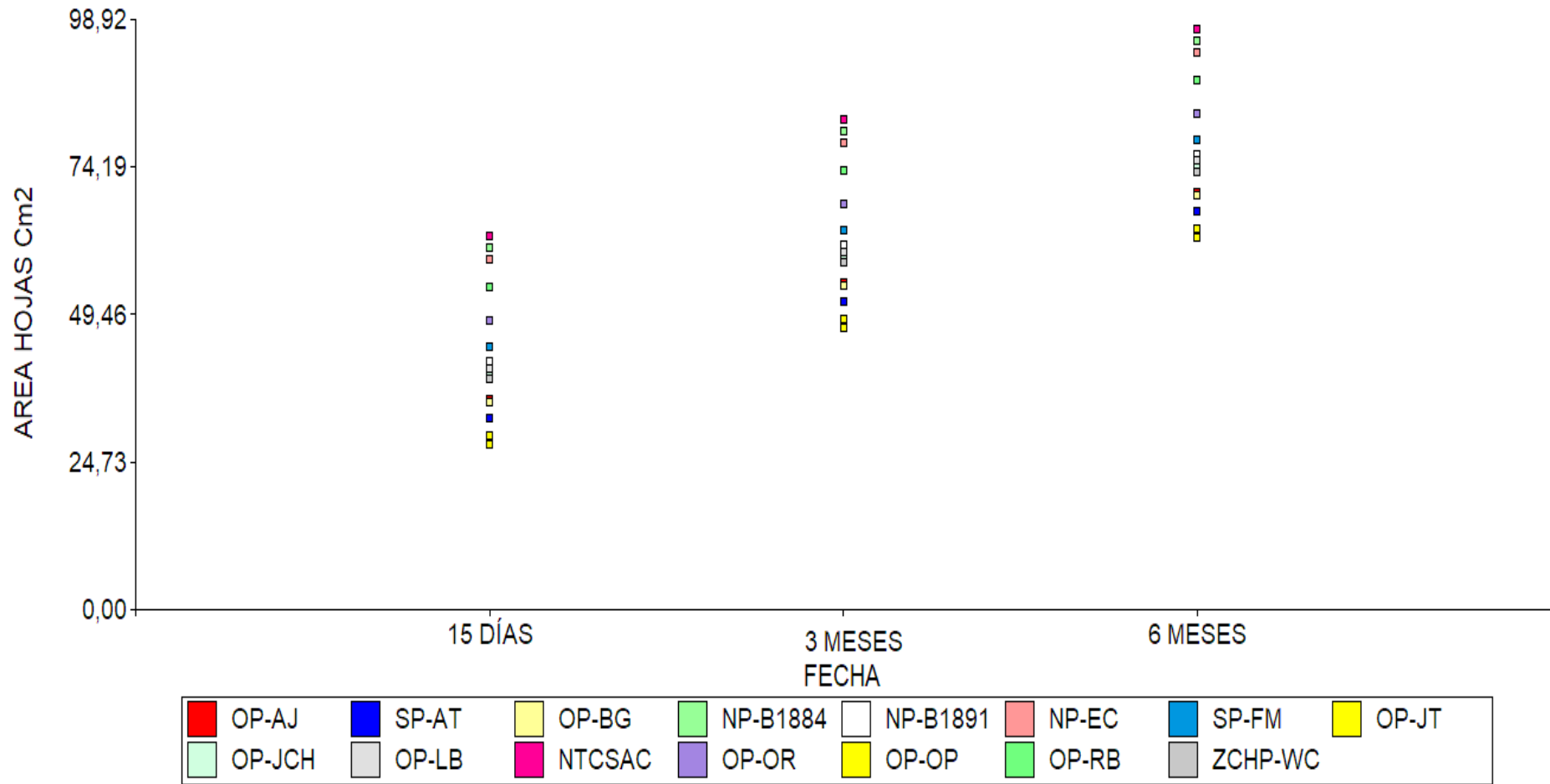
Elaborado por: Morales, 2018

Existen diferentes numéricas marcadas, sin embargo, no son registradas como representativas en el ADEVA y al realizar la prueba de separación de medias de Tukey al 5% para el área foliar (cuadro 18), en los tratamientos analizados a los 6 meses, se identificó un rango de clasificación.

**Cuadro 18:** Separación de las medias de Tukey al 5% para el área foliar de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS cm<sup>2</sup></b>	<b>RANGO</b>
OP-RB	290,45	A
NTCSAC	286,37	A
OP-JT	280,47	A
OP-JCH	276,34	A
NP-EC	271,72	A
OP-BG	265,19	A
SP-AT	247,02	A
NP-B1891	241,86	A
OP-OP	236,83	A
OP-OR	230,59	A
SP-FM	222,61	A
NP-B1884	204,71	A
OP-LB	175,38	A
ZCHP-WC	157,16	A
OP-AJ	154,16	A

Elaborado por: Morales, 2018



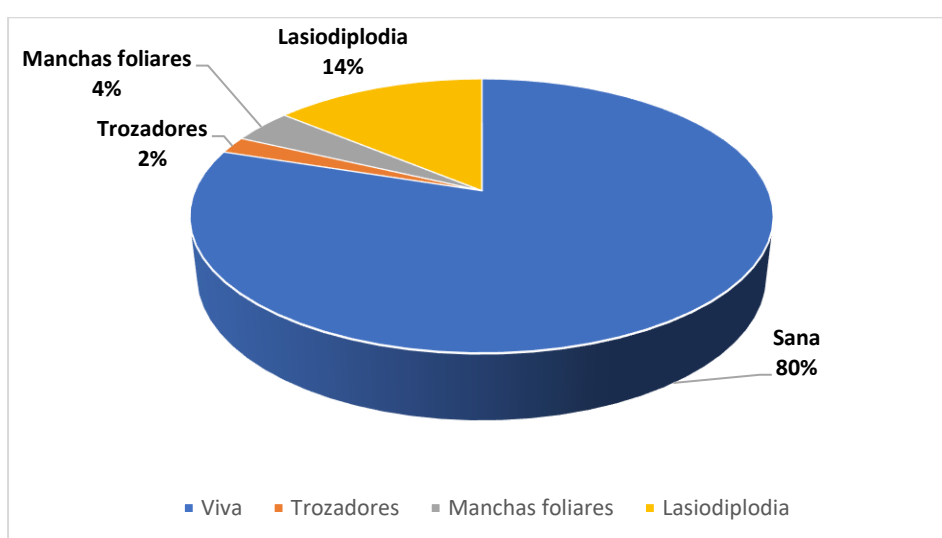
Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 3:** Curva de crecimiento de área foliar de *Cedrelinga catenaeformis*.

Como se puede observar en el Gráfico 3 el crecimiento del área foliar de las quince procedencias investigadas se presenta de manera semejante, poseen el mismo incremento entre evaluaciones, destacando que la procedencia OP-RB posee el área foliar mayor respecto a las demás procedencias y la procedencia OP-LB tiene el área foliar menor.

## C. PORCENTAJE POR DAÑOS

### 1. Porcentaje de daños



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 4:** Porcentaje de daños del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.

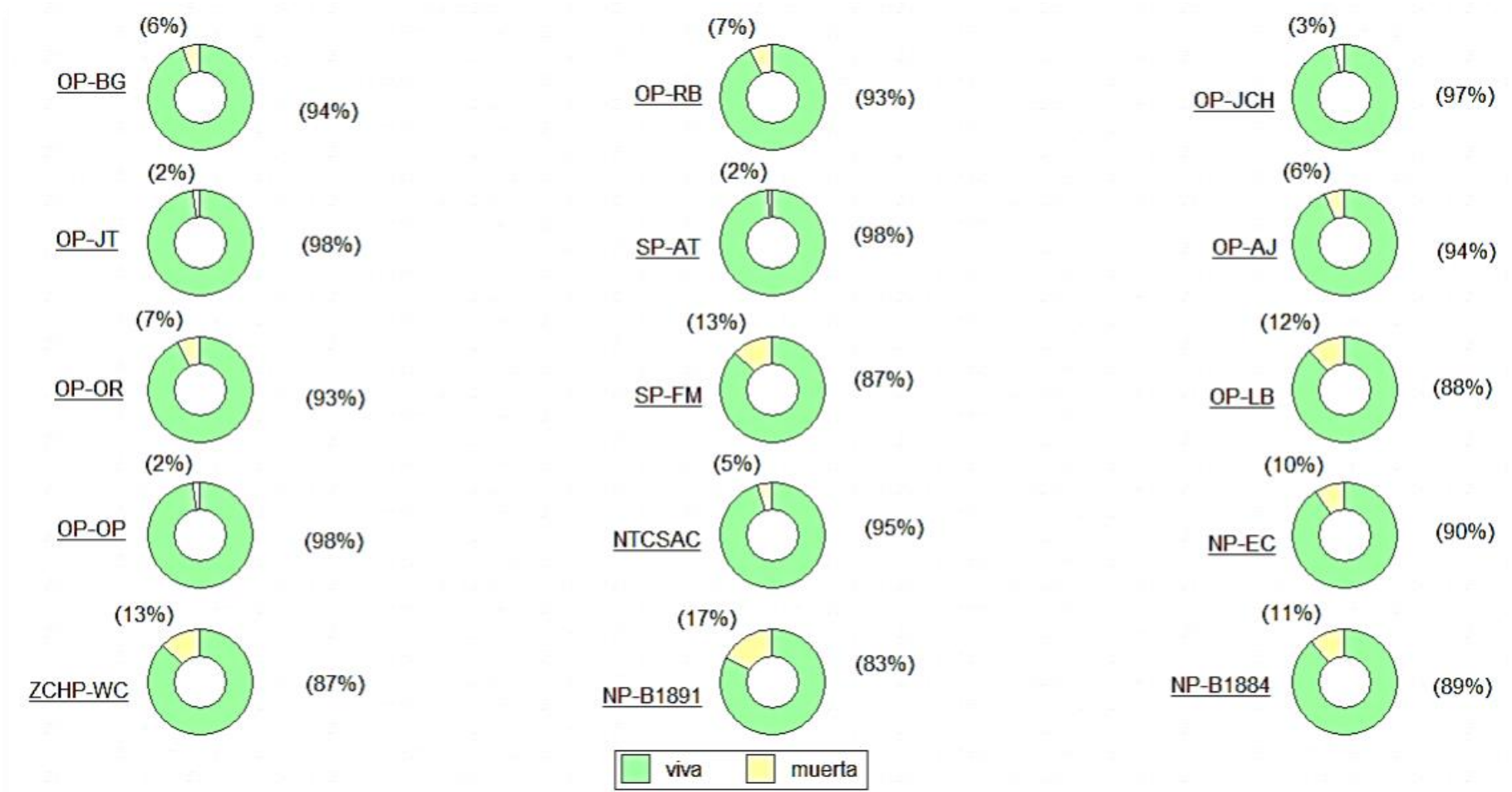
En el ensayo establecido y monitoreado durante seis meses como se puede observar en el Gráfico 4 el porcentaje en general de plagas que causaron daños fue mínimo, obteniendo un total del 20% de plantas afectadas, dentro de este porcentaje se tiene un 14% de *Lasiodiplodia* que como se indicó en el marco teórico es un hongo que causa descendente, cáncer, gomosis, tizón de la hoja, pudrición de raíz en plantas maderables y cultivos. En el caso de las plantas vivas pueden ser endófitos en tejidos sanos de la planta, convirtiéndose en patógeno cuando el hospedero está debilitado o estresado.

Adicionalmente en la evaluación se encuentra el 2% de plantas afectadas por trozadores, las hormigas y gusanos defoliadores observadas entre los más comunes. Por último, se tiene un 4% de plantas con manchas foliares que pueden deberse al desgaste de la hoja, ya que este es un árbol auto poda o sino a la presencia de ciertos hongos no identificados.

## **D. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO**

### **1. Porcentaje de prendimiento a los 45 días**

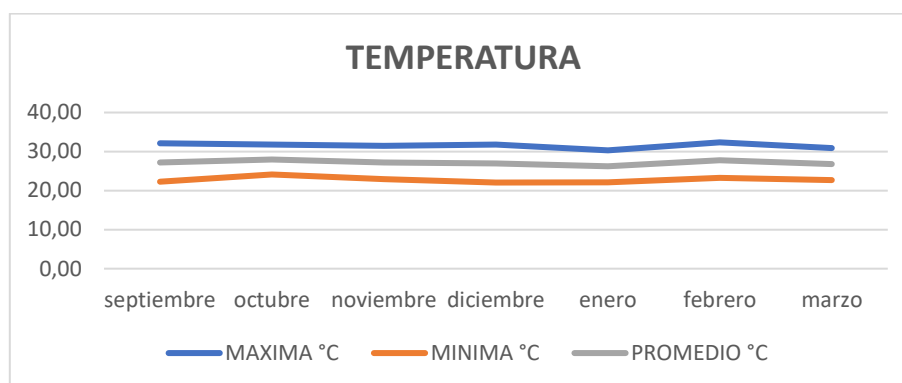
Este parámetro permitió conocer el nivel de adaptabilidad dentro de los 45 días de las 15 procedencias estudiadas en el ensayo, teniendo como resultado que la procedencia con mayor porcentaje de prendimiento son las plantas de las procedencias de OP-JT, OP-OP y SP-AT contando con un 98% de plantas vivas y un 2% de mortalidad, seguidas por la procedencia de OP-JCH que cuenta con 97% de prendimiento y 3% de mortalidad. Disminuyendo el valor de prendimiento se tiene las procedencias de NTCSAC, OP-BG, OP-AJ, OP-RB y OP-OR con el 95%, 94%, 94%, 93% y 93% respectivamente. Por otro lado, se puede observar en el gráfico las procedencias que menos se adaptaron como la procedencia de NP-EC con un porcentaje de prendimiento 90%, la NP-B1884 con un porcentaje de 89%, procedencia OP-LB con 88%, procedencia SP-FM con 87% al igual que la procedencia de ZCHP-WC. Por último, se tiene a la procedencia de NP-B1891 que mostró el menor porcentaje de prendimiento con el 83% en el ensayo y por ende menor adaptabilidad a las condiciones de este. A pesar de esto el porcentaje de prendimiento se considera alto ya que generalmente este parámetro tiende a incrementar en ensayos específicos.



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 5:** Porcentaje de prendimiento a los 45 días de las quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke

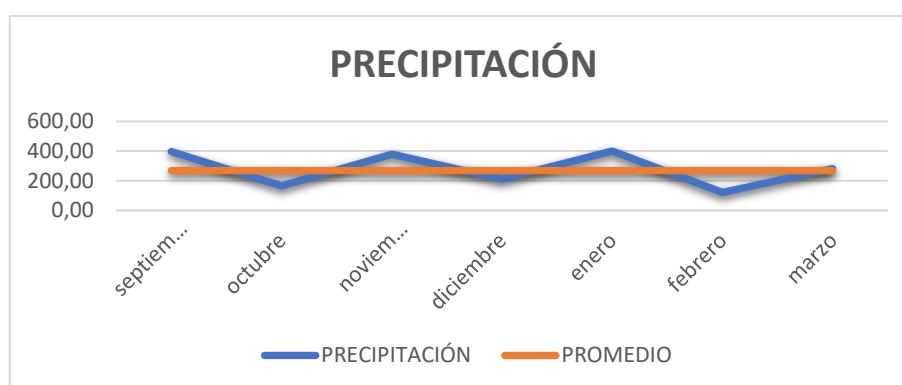
## E. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 6:** Variación climática de temperatura en el periodo de evaluación de *C. catenaeformis*.

En el gráfico 6 se observa que la temperatura durante los seis meses de evaluación del ensayo se ha mantenido con una temperatura promedio de 27,12 °C con mínimas variaciones en relación con la temperatura máxima de 31,54 °C y mínima de 22,70 °, el estudio se llevó a cabo desde el mes de agosto hasta marzo periodo que incluye los meses catalogados como los más secos y con mayor temperatura (agosto y febrero) en la zona de estudio, a pesar de esto la temperatura promedio se encuentra dentro del rango considerado como óptimo para el desarrollo de la especie investigada.



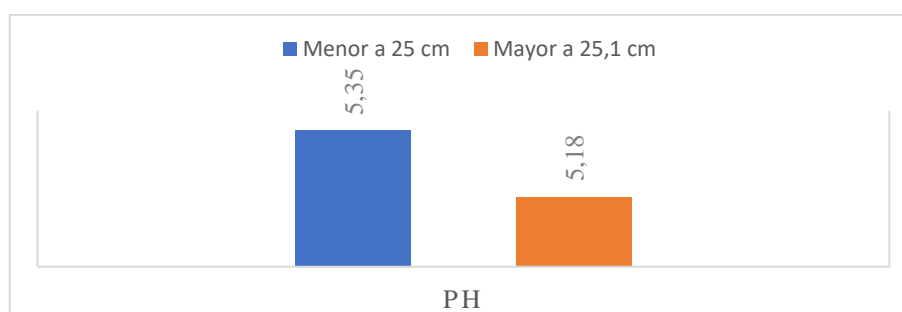
Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 7:** Variación climática de la precipitación en el periodo de evaluación de *C. catenaeformis*.



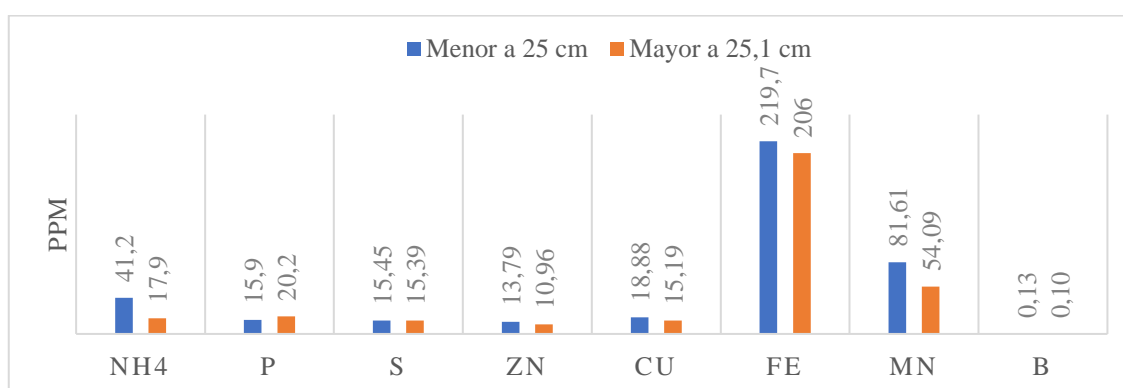
En el gráfico 7 se observa que la precipitación durante los seis meses de evaluación del ensayo existe cambios bruscos con una precipitación mensual promedio de 250 mm en los meses de agosto, octubre y febrero, considerando que estos meses son los más secos, mientras que septiembre, noviembre, diciembre, enero y marzo presentan un promedio de precipitación más altos de 400 mm, es decir, durante los seis meses de evaluación se ha mantenido la tendencia de incremento y decremento mensual de la precipitación, por lo que para la plantación es una constante presión. La precipitación en el tiempo de evaluación de los seis meses es de 1951,58 mm misma que se encuentra dentro de los rangos que establecen los estudios de la especie citados en la literatura como condición necesaria.

## F. CARACTERÍSTICAS DE SUELO



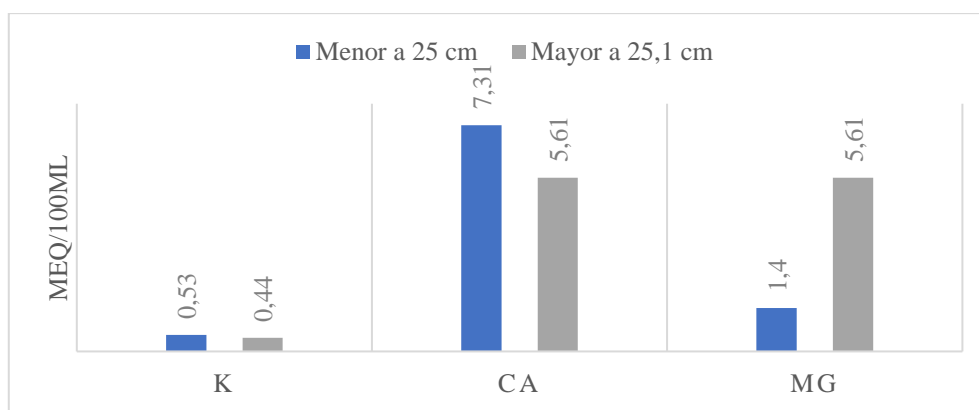
Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 8:** Análisis de suelo de *Cedrelinga catenaeformis* a dos profundidades (0-25 y 25.1-50 cm)



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 9:** Análisis del suelo de *Cedrelinga catenaeformis* a dos profundidades (0-25 y 25.1-50 cm)



Elaborado por: Morales, 2018

**Gráfico 10:** Análisis del suelo de *Cedrelinga catenaeformis* a dos profundidades (0-25 y 25.1-50 cm)

El gráfico 8 muestra los resultados del análisis de suelo que se llevó a cabo antes de la instalación del ensayo, el pH en las dos profundidades muestra fuertemente ácidos con valor de 5,35 a una profundidad menor a 25 cm y 5.18 a una profundidad mayor a 25,1 cm, mismo que es un pH ideal para la especie estudiada ya que esta especie necesita un pH que va desde 5 hasta 6,5.

En los gráficos 9 y 10 se observan los valores de nutrientes principales del suelo como el Nitrógeno en forma de  $\text{NH}_4$  ( 41,2 ppm para profundidad menor a 25 cm y 17,9 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), fósforo (P) ( 15,9 ppm para profundidad menor a 25 cm y 20,2 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), Potasio (K) ( 0,53 meq/100ml para profundidad menor a 25 cm y 0,44 meq/100ml para profundidad mayor a los 25 cm), Azufre (S) ( 15,45 ppm para profundidad menor a 25 cm y 15,39 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), mismos que tienen valores muy bajos, por lo que se puede catalogar como un terreno medianamente pobre, pero como se ha citado en la teoría esta especie no es exigente en nutrientes del suelo, por lo que su desarrollo se ha dado de buena manera durante los 6 meses de evaluación. Por otro lado, los macronutrientes que tiene valores altos son el Magnesio (Mg) ( 1,4 meq/100ml para profundidad menor a 25 cm y 5,61 meq/100ml para profundidad mayor a los 25 cm) y el Calcio (Ca) ( 7,31 meq/100ml para profundidad menor a 25 cm y 5,61 meq/100ml para profundidad mayor a los 25 cm) , el primer elemento facilitan la disponibilidad necesaria para la planta ya que constituye un compuesto esencial para la clorofila y por ende para la fotosíntesis de la planta; mientras que el otro elemento es beneficiosos para

la plantación ya que este compuesto ayuda a la planta a aprovechar el resto de los nutrientes.

En cuanto a los micronutrientes tomados en cuenta en este análisis como Zinc (Zn) ( 13,79 ppm para profundidad menor a 25 cm y 10,96 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), Manganeso (Mn) ( 18,61 ppm para profundidad menor a 25 cm y 54,09 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), Boro (B) ( 0,13 ppm para profundidad menor a 25 cm y 0,10 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), Cobre (Cu) ( 18,88 ppm para profundidad menor a 25 cm y 15,19 ppm para profundidad mayor a los 25 cm), se mantiene la tendencia de presencia en pequeñas cantidades, pero se debe tener cuidado de sobremanera en la cantidad de Boro (B) presente, puesto que la cantidad normal de boro en un suelo de estas características es de 0,5 a 2 ppm, lo que en un futuro podría afectar el desarrollo de la plantación.

En el caso de las cantidades de hierro (Fe) altas (219,7 ppm para profundidad menor a 25 cm y 216 ppm para profundidad mayor a los 25 cm) se pueden explicar varias razones: la principal es que una de las características más relevantes de los suelos arcillosos es la tendencia a retener el hierro, es decir que en estos suelos el hierro se va a encontrar de más disponible a poca profundidad. Otra razón es la ausencia de materia orgánica en el terreno ya que ésta ayuda a regular y reducir la cantidad de hierro presente en el suelo. Por otro lado, la falta de drenaje que presenta el terreno es otra razón ya que la cantidad de los compuestos de hierro no se reduce, pero cabe destacar que este nutriente no perjudica a una especie forestal puesto que interviene en la formación de la clorofila y por ende contribuye al igual que el magnesio a la fotosíntesis de forma indirecta. Por último, se debe destacar que para el establecimiento del ensayo investigado se removió la capa arable de la tierra, hecho que provoca también que el hierro se encuentre disponible a poca profundidad.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Con respecto al diámetro a la altura del cuello (DAC) el valor del crecimiento a los seis meses es de 0,84 cm, considerando que este parámetro está en función de la calidad de sitio, se concluye que durante los meses de evaluación la calidad de sitio fue óptima para el desarrollo sobresaliente de la plantación. Con respecto a la investigación se obtuvo que la procedencia que presentó mayor DAC es OP-BG (1,72 cm) y la procedencia NP-EC (0,83 cm) tuvo un menor crecimiento.
2. La altura total el valor de crecimiento promedio a los seis meses es de 27,01 cm. Igualmente conociendo que esta característica es considerada como heredable, se concluye que durante los meses de evaluación de la investigación el desarrollo de la plantación no es óptimo. Respecto a las procedencias investigadas se obtuvo que la procedencia que presentó mayor altura durante el tiempo de evaluación fue OP-OR (57,24 cm) y la procedencia que obtuvo menor crecimiento fue NP-EC (40,11 cm).
3. A pesar de tener las condiciones ambientales requeridas por la especie en estudio y el corto tiempo de evaluación, no permite definir los mejores crecimientos tanto en diámetro a la altura del cuello (DAC) y en altura total, ya que el tiempo requerido para determinar las mejores procedencias es mínimo de 3 años para obtener resultados más confiables.
4. La procedencia que presentó un mayor crecimiento de área foliar es la procedencia OP-RB (290,45 cm<sup>2</sup>) pero este no es un factor que se debe considerar para la selección de la mejor procedencia o a su vez para el mejoramiento genético, teniendo en cuenta que el área de las hojas está en función de las características ambientales o silviculturales.
5. El estado fitosanitario de la investigación es bueno ya que este no presentó un grado alto de ataque de plagas y enfermedades en el periodo de seis meses, pero se debe tener en cuenta la presencia del hongo *Lesiodiplodia* que ha afectado el 14 % del ensayo ya que este puede seguir afectando de manera progresiva de la plantación.

6. Las características climáticas tuvieron gran influencia en el desarrollo de las procedencias, la precipitación se encuentra dentro de los rangos ideales de los requerimientos de la especie con un valor 1951,58 mm durante los meses de evaluación, al igual que la temperatura que presenta un promedio de 27°C considerada óptima para el crecimiento.
  
7. El análisis de características edáficas demostró que el suelo es medianamente pobre, pero esta especie no es muy exigente en cuanto a nutrición; la textura del suelo del lugar del estudio es arcilloso por lo que es apto para el desarrollo del ensayo estudiado. En el caso de valores altos de macronutrientes como el Magnesio (Mg) y el Calcio (Ca) se concluye que no representaron ningún problema en el desarrollo del ensayo durante los seis meses de evaluación del ensayo ya que el primero constituye un compuesto esencial para la clorofila y el segundo ayuda a la planta a aprovechar el resto de los nutrientes. Por otro lado, la presencia de micronutrientes tomados en cuenta en este análisis se concluye que la cantidad de Boro (B) presente es demasiada baja en relación de la cantidad normal presente en el suelo. Finalmente, con relación a la cantidad alta de Hierro (Fe) se concluye que se da por ser una característica propia del tipo de suelo, además de la falta de drenaje del terreno.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis de índice de sitio de las 15 procedencias de *Cedrelinga catenaeformis*, el mismo que permitirá establecer comparaciones con el sitio de la investigación y a su vez determinar cual de las procedencias tendrá mayor posibilidad de adaptarse.
2. Continuar evaluando las 15 procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* por un periodo mínimo de 3 años, para poder determinar cuál procedencia presenta características deseables para el cruzamiento y a su vez la selección de árboles semilleros.
3. Realizar ensayos de investigación forestal de *Cedrelinga catenaeformis* en condiciones ambientales más cercanas a las requeridas por la especie con la finalidad de realizar comparaciones con este ensayo.
4. Efectuar una fertilización con abonos de liberación lenta en base al análisis de suelo y los requerimientos de la especie, en periodos determinados para no tener problemas de deficiencias nutricionales.
5. Continuar realizando labores culturales y silviculturales en el ensayo con la finalidad de que la especie presente su mejor desarrollo y tengamos buenos resultados de las diferentes procedencias.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propuso: caracterizar variables dasométricas, fenotípicas foliares de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (chuncho), en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana; utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) para las quince procedencias (Bolívar García, Rosmel Benalcázar, Juana Chela, José Tapuy, Ángel Torres, Andrés Jaramillo, Olga Ramírez, Fredy Moreno, La belleza, Oswaldo Puraquilla) y tres repeticiones durante los primeros seis meses de plantación. Se evaluaron variables dasométricas (diámetro a la altura del cuello DAC, altura total HT), área foliar, calidad del suelo y condiciones climáticas; resultando que la procedencia Bolívar García sobresalió en DAC con una media de 1,72 cm, valor que sobrepasó los valores obtenidos en las investigaciones de Colombia, Perú y Brasil, en el caso de la altura la procedencia Olga Ramírez con una media 57,24 cm fue la más sobresaliente valor que es aproximadamente la mitad al valor obtenido en investigaciones de Perú y los demás países. El área foliar fue un factor no considerado en la selección de la mejor procedencia por no presentar diferencias significativas en el crecimiento entre procedencias. En cuanto a las condiciones edafoclimáticas. Se concluye que son las ideales para el desarrollo de esta especie. No se puede considerar que las procedencias antes señaladas son las mejores tanto en diámetro como en altura, ya que el tiempo de evaluación es muy corto, teniendo en cuenta que para especies forestales se necesita un periodo mínimo de 3 años.

**PALABRAS CLAVE:** ENSAYO DE PROCEDENCIAS - EVALUACIÓN DASOMÉTRICA - ÁREA FOLIAR - CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS.

**Elaborado por:** Wilmer Morales



## **IX. SUMMARY**

The present investigation aims at characterizing dasometric, phenotypic and foliar variables coming from 15 provenances of *Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke (*chuncho*), in the canton of Joya de los Sachas, province of Orellana. A randomized complete block design (RCBD) was used for the fifteen provenances (Bolívar García, Rosmel Benalcázar, Juana Chela, José Tapuy, Ángel Torres, Andrés Jaramillo, Olga Ramírez, Fredy Moreno, La belleza, Oswaldo Puraquilla) and three repetitions during the first sixth months of plantation. Dasometric variables (diameter at the height of neck, total height TH), leaf area, quality of soil and weather conditions were evaluated getting that the provenance Bolívar García overtakes in DAC with an average of 1.72 cm, this value overtook the ones gotten in the investigations carried out in Colombia, Perú y Brasil. Regarding to the height of provenance Olga Ramírez, we got the most outstanding average of 57.24 cm. This value is around the half of the value gotten in the investigation carried out in Perú and the other countries. The leaf area was not taken into account in the selection of the best precedence because it does not have meaningful differences in the growing among provenances. As regard to edaphoclimatic conditions, it is concluded that they are good for the development of this specie. We cannot consider that the provenances mentioned above are the best in diameter and height because evaluation time was short and the forestry species need at least a three-year period.

**KEY WORDS: TEST – DASOMETRIC EVALUATION – LEAF AREA – EDAPHOCLIMATIC CONDITIONS**





## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. Aróstegui, A. (1978). *Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa). Vol I Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país.* . La Molina: Universidad Nacional Agraria.
2. Bazán de Segura, C. (2002). Mancha azul de algunas maderas tropicales peruanas. *Revista Forestal del Perú.* 4(1-2); 1-8.
3. Campos, E. (2009). *Dendrocronología en árboles de Tornillo, Cedrelinga cateniformis Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto – Perú.* Recuperado el 14 de noviembre del 2017. Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL493.pdf>
4. Cañadas. (1983). *Agroecosistemas andinos en el Ecuador. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador.* Quito: Banco central del Ecuador.
5. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1994). *Ensayo de procedencias en especies forestales.* Turrialba: CATIE.
6. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1995). *Mejoramiento forestal y conservación de los recursos genéticos forestales. Tomo 2.* Turrialba: PROSEFOR de CATIE.
7. Comisión Nacional Forestal. (2014). *Manual técnico para establecimiento de ensayos de procedencias y progenies.* Recuperado el 22 de noviembre del 2017. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/6689Manual%20T%C3%A9cnico%20para%20el%20Establecimiento%20de%20Ensayos.pdf>
8. Cornelius, J. (1994). *Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a america central.* Turrialba: IICA.
9. Dazzeo, N. (2014). *Especies forestales nativas de la Amazonía Ecuatoriana con potencial para uso en sistemas agroforestales.* Obtenido de Investigadora Prometeo MCPEC-UEA: Recuperado el 1 de diciembre del 2017.

[http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4863/1/Anexo\\_1\\_EspeciesUtiles\\_Amazonia.pdf](http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4863/1/Anexo_1_EspeciesUtiles_Amazonia.pdf)

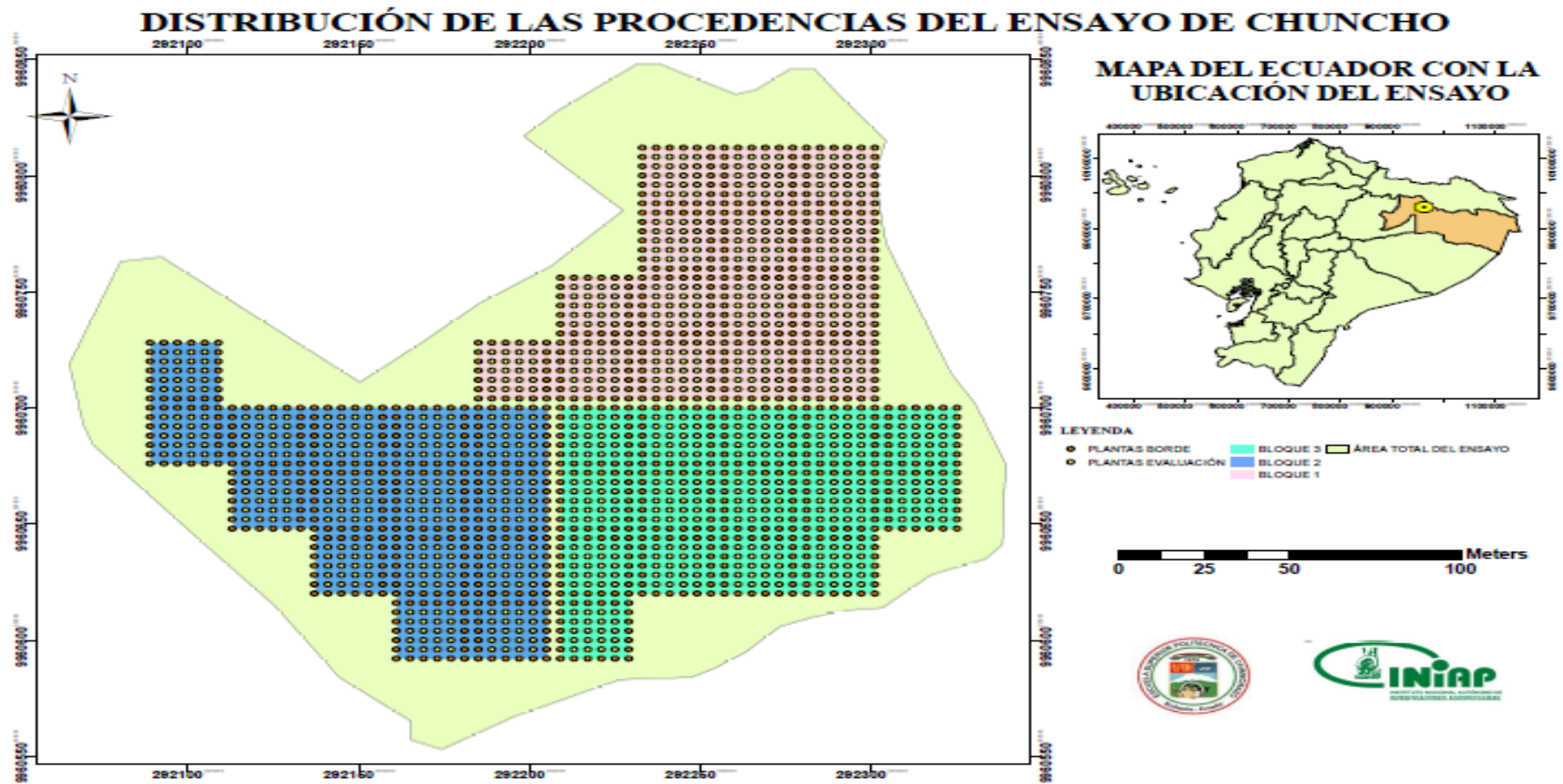
10. Ferreira, M., & Grattapaglia, D. (2000). *Introducción al uso de marcadores moleculares en el análisis genético*. Brasilia: Embrapa.
11. Fourgerousse, M. (1988). Les alteration fungiques des bis frais en Afrique Tropicale et plus particulièrement de l'Ilomba et du Limba. *Bois et Forest des Tropiques*. 1 (1); 41-56.
12. Freyre, H. (Marzo de 1998). *Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de Cedrelinga catenaeformis Ducke (FABACEAE)*. Obtenido de Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Recuperado el 2 de febrero del 2018. <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL940.pdf>
13. Gutiérrez, B. (1997). *Uso de las áreas productoras de la semillas en el mejoramiento genético forestal*. Valdivia.
14. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Anuario meteorológico 2017-2018*. Quito: INAMHI.
15. Ipinza, R. (1998). *Mejora Genética Forestal Operativa*. Valdivia: Artes gráficas y centenario.
16. López, R. (2002). Estudio Silvicultural del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) Ducke. *Revista Forestal del Perú*. 10 (1-2); 1-7.
17. Loveless, M. (1992). Isozyme vanatlon in tropical trees: patterns of genetic organization. *New Forests*, 6; 67-94.
18. Martínez, H. (Enero de 1987). *Resultados del comportamiento de especies forestales plantadas en líneas de enriquecimiento en Bajo Calima, San José del Guaviaré y Tumaco, Colombia*. Obtenido de Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF. Recuperado el 22 de diciembre del 2017. [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Vidaurre\\_documentotecnico\\_1995%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Vidaurre_documentotecnico_1995%20(2).pdf)

19. Mesén, F. (1994). Selección de especies y procedencias forestales. Costa Rica. *CATIE*. 1; 11-28.
20. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Mejoramiento Genético Forestal*. Santiago de Chile: FAO.
21. Palimino, J., & Barra, M. (Mayo de 2003). *Especies forestales nativas con potencial para la reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Obtenido de Programa de Selva Central Oxapampa: Recuperado el 24 de abril del 2018. <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/70.pdf>
22. Picos, P., García, R., León, J., & Sañudo, A. (2014). *Lasiodiplodia theobromae en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control*. México D.F: Redalyc.
23. Pitt, J., & Hocking, A. (2009). Fungi and Food Spoilage. *Springer*. 1(1); 125-127.
24. Richter, H. G., & Dallwitz, M. J. (25 de Junio de 2000). *Comercial timberes: Descriptions, illustrations, identification and information retrieval*. Recuperado el 24 mayo del 2018. <http://deltaintkey.com>.
25. Rincon, N., Quintero, O., & Perez, J. (8 de Noviembre de 2011). *Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con Camara Web, un Telefono Celular o una Camara Semiprofesional*. Universidad Nacional de Colombia: Recuperado el 22 de marzo del 2018. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a10.pdf>
26. Rubini, M., Silva-Ribeiro, R., Pomella, A., Maki, C., Araujo, W., Dos Santos, D., & Azevedo, J. (2005). Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis perniciosus*, causal agent of witches' broom disease. *International Journal of Biological Sciences*, 3 (5); 24-33.
27. Saldaña, L. (3 de Octubre de 2015). *Crecimiento y sobrevivencia, en vivero, de plantulas de cedrelinga catenaeformis "tornillo", en difenrentes sustratos*.

- Puerto Almendras, Loreto, Perú*. Obtenido de Universidad Nacional de la Amazonía Peruana: Recuperado el 22 de diciembre del 2017. [http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3633/Luc%C3%ADa%20\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3633/Luc%C3%ADa%20_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
28. Sanchez, Y. (24 de Marzo de 2012). *Elaboración de tablas de volumen y determinación de factores de forma de las especies forestales; Chuncho (Cedrelinga cateniformes), Laurel (Cordia alliodora), Sangre de gallina ( Otoba sp), Ceibo (Ceiba samauma) y Canelo (Nectandra* . Recuperado el 4 de abril del 2018. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2213/1/33T0103.pdf>
29. Schwyzer, A. (1981). *El tornillo (cedrelinga cateaniformis Ducke)*. Iquitos.
30. Sosa, P., Bautista, F., Gonzales, M., & Bouza, N. (2004). La conservación Genética de las especies vegetales amenazadas . *Universidad de las Palmas de Gran Canaria*, 2 (1); 1-5.
31. Vázquez, J., & Arnaude, O. (30 de Junio de 2016). *Aplicación técnicas de medición del área foliar*. Recuperado el 22 de mayo del 2018. <https://www.slideshare.net/josevazquez7503/aplicacin-de-las-tnicas-de-medicin-del-rea-foliar>
32. Vergara, R., Ipinza, R., Donoso, C., & Grosse, H. (1998). *Definición de las zonas de las procedencias de roble (Nothofagus obliqua (mirb.) oerst.) y raulí (Nothofagus alpina (Poep. et endl.)Oerst.)*. Valdivia.
33. Vidaurre, H. (1997). *Balances de experiencias silviculturales con Cedrelinga cateniformis Ducke (Mimosoidae) en la región de Pucallpa, Amazonía Peruana*. Iquitos: IIAP.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1: Ubicación geográfica del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)





**Anexo 3:** Recolección de muestras para el análisis de suelos**Anexo 4:** Preparación del terreno**Anexo 5:** Elaboración de estacas e instalación del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)



Anexo 6: Etiquetado y Siembra del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)

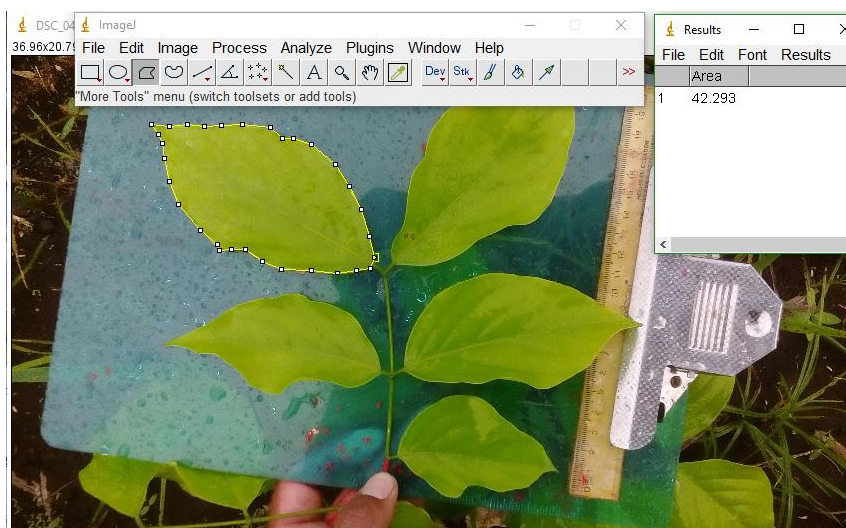




**Anexo 7:** Evaluación de diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)



**Anexo 8:** Fotografías y medición del área foliar de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)



**Anexo 9:** Plagas y enfermedades del ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)**Anexo 10:** Labores culturales en el ensayo de *Cedrelinga catenaeformis* (chuncho)