



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**“SELECCIÓN DE ÁRBOLES PROMISORIOS DE TRES ESPECIES  
FORESTALES SEMBRADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SAN MIGUEL,  
BELÉN, LORETO, PERÚ, 2018”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**SERGIO FERNANDEZ LOZANO**

**ASESOR**

**Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 955-CTG-FCF-UNAP-2021**

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 30 días del mes de junio del 2021, a horas 11:00 am., se dió inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "SELECCIÓN DE ÁRBOLES PROMISORIOS DE TRES ESPECIES FORESTALES SEMBRADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SAN MIGUEL, BELÉN, LORETO, 2018", aprobada con R.D. N° 578-2016-FCF-UNAP, presentada por el bachiller SERGIO FERNÁNDEZ LOZANO, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 538-2016-FCF-UNAP está integrado por:

Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.	Presidente
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.	Miembro
Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIA MENTO

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADAS con la  
Calificación: MUY BUENA

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las 12.15 Se dió por terminado el acto ACADEMICO

  
Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.  
Presidente

  
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Miembro

  
Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.  
asesor

**Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!**  
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú  
www.unapiquitos.edu.pe  
Teléfono: 065-225303

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
TESIS

"SELECCIÓN DE ÁRBOLES PROMISORIOS DE TRES ESPECIES  
FORESTALES SEMBRADOS EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SAN  
MIGUEL, BELÉN, LORETO, 2021"

MIEMBROS DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
ING. RICHER RÍOS ZUMAETA, DR.  
PRESIDENTE  
REGISTRO CIP N° 50411

  
\_\_\_\_\_  
ING. RONALD BURGA ALVARADO, DR.  
MIEMBRO  
REGISTRO CIP N° 45725

  
\_\_\_\_\_  
ING. WILLIAM PINEDO CRUZ, DR.  
MIEMBRO  
REGISTRO CIP N° 19630

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR DÍAZ, DR.  
ASESOR  
REGISTRO CIP N° 18610

## **DEDICATORIA**

A mis padres Gilberto y Julia, y a mi hermana Jessica por su cariño, aprecio y apoyo en este proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la bendición que me da cada día. Al amor de mi familia de parte Gilberto, Julia y Jessica.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a mis docentes de mi Facultad de Ciencias Forestales.

Al Dr. José Antonio Escobar Diaz, por su apoyo en esta gran ruta de la Ingeniería Forestal.

Al Dr. Mario Herman Pinedo Panduro, Investigador del IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) por su asesoramiento, confianza, amistad en todo el proceso del trabajo.

Al Ing. Elvis Paredes Dávila Investigador del IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) por su tiempo, apoyo, orientación y confianza durante la planificación, ejecución y cierre de mi proyecto.

A los amigos Raymundo Marín Arimuya y Francisco Guerrero Shuña, por su apoyo en el campo durante mi estadía en el Centro Experimental.

## ÍNDICE GENERAL

DESCRIPCION	PAG.
ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
JURADO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE TABLAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Bases teóricas .....	5
1.2.1 Selección de árboles.....	5
1.2.2 Modelos lineales mixtos (REML/BLUP) .....	6
1.2.3 Evaluación genotípica y coeficiente de repetitividad .....	9
1.2.4 Selección genética computarizada.....	10
1.2.5 Descripción básica de las especies .....	12
Especie: Maquira coriácea (H. Karst.) C. C. Berg.....	12
Especie: Swietenia macrophylla King .....	13
Especie: Ceiba pentandra (L.) Gaertn. ....	14
1.2.6 Centro Experimental San Miguel (CESM) .....	15
Zona de vida.....	16
Tipo de vegetación: Bosque de llanura meándrica (BLLM) .....	16
Topografía de la zona de estudio.....	16
Caracterización del suelo .....	17
1.3 Definición de términos básicos .....	17
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	21
2.1 Formulación de la hipótesis .....	21
2.1.1 Hipótesis alterna .....	21
2.1.2 Hipótesis nula .....	21
2.2 Variables y su operacionalización.....	22
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	23

3.1 Tipo y diseño .....	23
3.2 Diseño muestral.....	23
Población:.....	24
3.3 Procedimientos de recolección de datos.....	24
Materiales y equipos .....	24
De campo: .....	24
De oficina .....	24
A) Limpieza de fajas de la plantación .....	25
B) Identificación de las especies.....	25
C) Compilación de datos .....	25
D) Obtención de las variables dendrométricas .....	25
Variables dendrométricas .....	26
E) Análisis de repetitividad.....	26
F) Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	26
G) Técnica de presentación de resultados.....	26
3.4 Procesamiento y análisis de los datos .....	27
Diseño estadístico .....	27
A) Modelo 63: básico de repetitividad sin delineamiento.....	27
B) Organización de los datos en Excel (guardados en formato “texto MS-DOC.”).....	27
C) Componentes de varianza (REML individual) .....	28
D) Eficiencia de uso de m medidas.....	28
E) Valores genotípicos: selección de individuos .....	29
3.5 Aspectos éticos.....	29
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	30
4.1 Variables dendrométricas .....	30
4.2 Análisis del modelo básico de repetitividad sin delineamiento. ....	31
4.2.1 Análisis de repetitividad de <i>Maquira coriácea</i> (H. Karst.) C. C. Berg (88 individuos). ....	31
4.2.2 Análisis de repetitividad de <i>Swietenia macrophylla</i> King (58 individuos). ....	34
4.2.3 Análisis de repetitividad de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn (112 individuos). ....	37
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	40
5.1 Variables dendrométricas .....	40

5.2 Análisis del modelo básico de repetitividad sin delineamiento (modelo 63).....	41
A) componentes de REML del modelo .....	41
B) Componentes de selección de individuos promisorios. ....	42
CAPITULO VI: CONCLUSIONES .....	44
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES .....	46
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN .....	47
Anexo 1: Mapa de ubicación de las tres especies forestales.....	55
Anexo 2: Limpieza e identificación de fajas .....	56
Anexo 3: Constancia de verificación e identificación de las especies .....	57
Anexo 4: Árbol de las tres especies forestales .....	58
a) <i>Maquira coriácea</i> (H. Karst.) C. C. Berg b) <i>Swietenia macrophylla</i> King	
c) <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	58

I



## LISTA DE TABLAS

N°	Descripción	PAG.
TABLA 1	VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN .....	22
TABLA 2	DATOS DE LAS TRES ESPECIES DEL CESM, BELÉN, MAYNAS, LORETO, PERÚ. ....	24
TABLA 3	FORMULARIO DE LAS VARIABLES DENDROMÉTRICAS.....	26
TABLA 4	SECUENCIA DE COLUMNAS EN EL ARCHIVO DE DATOS.....	28
TABLA 5	EFICIENCIA DE USO DE M MEDIAS .....	28
TABLA 6	COMPONENTES DE VARIANZA (BLUP INDIVIDUAL) .....	29
TABLA 7	VARIABLES DENDROMÉTRICAS DE LAS TRES ESPECIES FORESTALES DEL CESM, BELÉN, MAYNAS, LORETO, PERÚ. ....	30
TABLA 8	COMPONENTES DE VARIANCI (REML INDIVIDUAL) DE <i>MAQUIRA CORIÁCEA</i> (88 INDIVIDUOS).....	32
TABLA 9	EFICIENCIA DE USO DE TRES MEDIDAS DE <i>MAQUIRA CORIÁCEA</i> (88 INDIVIDUOS).....	32
TABLA 10	SELECCIÓN DE DIEZ INDIVIDUOS DE <i>MAQUIRA CORIÁCEA</i> (88 INDIVIDUOS, BLUP INDIVIDUAL). ....	33
TABLA 11	COMPONENTES DE VARIANCI (REML INDIVIDUAL) DE <i>SWIETENIA MACROPHYLLA KING</i> (58 INDIVIDUOS). ....	35
TABLA 12	EFICIENCIA DE USO DE CINCO MEDIDAS DE <i>SWIETENIA MACROPHYLLA KING</i> (58 INDIVIDUOS).....	35
TABLA 13	SELECCIÓN DE DIEZ INDIVIDUOS DE <i>SWIETENIA MACROPHYLLA KING</i> (58 INDIVIDUOS, BLUP INDIVIDUAL).....	36
TABLA 14	COMPONENTES DE VARIANCI (REML INDIVIDUAL) DE <i>CEIBA PENTANDRA</i> (L.) GAERTN (112 INDIVIDUOS).....	38
TABLA 15	EFICIENCIA DE USO DE CINCO MEDIDAS DE <i>CEIBA PENTANDRA</i> (L.) GAERTN (112 INDIVIDUOS).....	38
TABLA 16	SELECCIÓN DE DIEZ INDIVIDUOS DE <i>CEIBA PENTANDRA</i> (L.) GAERTN (112 INDIVIDUOS, BLUP INDIVIDUAL) .....	39

## RESUMEN

Se evaluó los caracteres DAP, altura y volumen comercial de capinuri: *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg, caoba: *Swietenia macrophylla* King y lupuna: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn que se desarrollan en el Centro Experimental San Miguel del IIAP, distrito de Belén, Maynas, Loreto-Perú, la evaluación se dio en 2006 y 2009 (compilados) , 2012, 2014 y 2016 en temporada de vaciante; se usó software en selección genética denominado SELEGEN REML/BLUP, aplicando el modelo básico de repetitividad (modelo 63) para datos desbalanceados (REML:varianza) y valores genéticos (BLUP) se permitió calcular el coeficiente de repetitividad ( $r$ ), determinación ( $r_m$ ) y precisión selectiva ( $A_{cm}$ ). Los datos del análisis de caoba denotan que el ambiente no es muy favorable, pero si presenta buena estimación para los parámetros genéticos obtenidos, en tanto para capinuri y lupuna si es muy favorable y eso conlleva a buenos estimadores. Se visualiza recombinantes naturales triples en capinuri: individuo/planta (3, 4, 40, 57, 84, 88); en caoba: planta/individuo (10, 12 y 15); en lupuna (3, 33, 34 y 106). Los valores de  $r$ ,  $r_m$  y  $A_{cm}$  en capinuri son más altos en el DAP ( $r=0,76$ ;  $r_m=0,90$ ;  $A_{cm}=0,95$ ) con ganancia genética de 8,28 % a 10,91 %; en caoba la HC tiene buena estimativa ( $r=0,41$ ;  $r_m=0,78$ ;  $A_{cm}=0,88$ ) con ganancia de 0,65 % a 1,04%; en lupuna la HC es más representativa ( $r=0,81$ ;  $r_m=0,96$ ;  $A_{cm}=0,97$ ) con ganancia de 1,47 % a 2,28 %.

**Palabras claves:** Selección genética computariza de árboles, Selegen, análisis de repetitividad, coeficiente de repetitividad,

## ABSTRACT

It was evaluated the characters DAP, height and commercial volume of capinuri: *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg , Caoba: *Swietenia macrophylla* King and lupuna: *Ceiba pentandra* (L. ) Gaertn that developed in the Experimental Center San Miguel of IIAP, district of Belén, Maynas, Loreto-Peru, the evaluation was given in 2006 and 2009 (compiled) , 2012, 2014 and 2016 in the fallow season; it was used software in genetic selection called SELEGEN REML/BLUP, applying the basic model of repeatability (model 63) for unbalanced data (REML: variance) and genetic values (BLUP), it was possible to calculate the coefficient of repeatability ( $r$ ), determination ( $r_m$ ) and selective precision ( $A_{cm}$ ). The data of the analysis of caoba denote that the environment is not very favorable, however it does present good estimation for the genetic parameters obtained, meanwhile for capinuri and lupuna it is very favorable and this carries to good estimators. We visualized triple natural recombinants in capinuri: individual/plant (3, 4, 40, 57, 84, 88); in caoba: plant/individual (10, 12 and 15); in lupuna (3, 33, 34 and 106). The values of  $r$ ,  $r_m$  and  $A_{cm}$  in capinuri are higher in DAP ( $r=0.76$ ;  $r_m=0.90$ ;  $A_{cm}=0.95$ ) with a genetic gains of 8.28 % to 10.91 %; in caoba the HC has a good estimation ( $r=0.41$ ;  $r_m=0.78$ ;  $A_{cm}=0.88$ ) with a gain of 0.65 % to 1.04 %; in lupuna, the HC is more representative ( $r=0.81$ ;  $r_m=0.96$ ;  $A_{cm}=0.97$ ) with a gain of 1.47 % to 2.28 %.

**Keywords: Genetic selection of computerized trees, Selegen, repeatability analysis, repeatability coefficient.**

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de incrementar los recursos maderables de los bosques plantados (sistemas forestales o agroforestales) genera un gran interés económico en el sector forestal; para ello la incorporación de técnicas eficientes y apropiadas conllevara a mejorar la producción de los árboles sin el detrimento del medio ambiente (**Junior, 2004, p. 1**). La selección de árboles mediante mediciones periódicas o consecutivas de sus caracteres o valores fenotípicos (DAP, altura y volumen comercial) representa una técnica básica cuya posibilidad de elección del material genético promisorio dependerá del nivel del coeficiente de repetitividad para asegurar una nueva generación con características deseables a lo largo de las generaciones, resultando en el aumento o mejora de las características anheladas con ganancias genéticas buenas, fortaleciendo la cadena de abastecimiento local, nacional e internacional de productos primarios y secundarios en el mediano y largo plazo (**Gezan y Torres, 1998, p. 312; Junior, 2004, p. 1**).

Hoy en día existen herramientas que posibilitan la evaluación y selección genética de plantas como el software SELEGEN Reml/Blup) y su modelo básico de repetitividad sin delineamiento, paquete estadístico con que nos va a permitir cumplir con el objetivo general: Seleccionar individuos promisorios de tres especies forestales de interés comercial (*Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg: “capinuri”, *Swietenia macrophylla* King: “caoba” y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn: “lupuna”) en base a variables dendrométricas deseables (DAP, altura y volumen comercial) y específicos: Evaluar tres variables dendrométricas priorizadas (DAP, altura y

volumen comercial), determinar el coeficiente de repetitividad individual y coeficiente de repetitividad de la media de m medidas repetidas de los tres caracteres (variables dendrométricas), describir la precisión de selección de m medidas del carácter volumen comercial y seleccionar individuos promisorios con potencial volumétrico.

## CAPITULO I: MARCO TEORICO

### 1.1 Antecedentes

**Cusatis, 2014, p. 14**, menciona en su tesis de doctorado de ingeniería forestal que los programas de mejora genética de la especie *Cedrela fissilis* son escasas; dentro de sus objetivos está la evaluación de la variabilidad genética en experimentos intercalados con *P. taeda* en la región de Rio Negrinho mediante El diseño de bloques completos al azar, 48 progenies, ocho repeticiones y diez plantas por parcela, totalizando 3840 plantas. Utilizó Anadev para verificar la importancia de los efectos de procedencia en el modelo matemático (Modelo 112 de selegen: Evaluación de progenies de medios hermanos de varias poblaciones, en un diseño de bloques al azar, con varias plantas por parcela, una medida por individuo y un solo carácter). La estimación de parámetros genéticos varió entre los rasgos evaluados. Las precisiones de las variables de diámetro (84%) y altura (87%) fueron considerados fiables en comparación con los valores reales, ya que eran por encima del 70% (**Resende, 2002 citado por Cusatis, 2014, p. 80**)

(**Ettori., et al, 2006 citado por Cusatis, 2014, p. 80**) llegaron a observar una variación a lo largo de la edad de las plantas, algunos aumentando y otros disminuyendo su coeficiente de variación y heredabilidad.

**Pinedo (2017, p. 77)** con el objetivo de seleccionar genotipos superiores en colecciones ex situ de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh en base a rendimiento de fruta, peso de fruto en la Amazonía Peruana en su tesis de doctorado, mediante el diseño aleatorizado o desbalanceado, con diferente número

de repeticiones y una planta por parcela o unidad experimental con la aplicación del modelo básico N° 63 del Programa Selegen Reml/Blup (análisis de repetitividad y selección individual multianual), el cual separa la varianza de cada valor, permitiendo fortalecer y dinamizar el método de selección de genotipos superiores en camu camu confirmando la superioridad de individuos deseables respecto a marcadores morfológicos priorizados (rendimiento y peso promedio de fruta), resaltando la mejor capacidad de control genético en peso promedio de fruto y mayor capacidad repetitiva. El rendimiento logro en diez años un índice de repetitividad de nivel intermedio y eficiencia notable para incrementar la productividad.

**Araujo (2012) citado por Pinedo (2017, p. 28)** sostiene que estimando la repetitividad y correlación de frutos de camu camu arbustivo (*Myrciaria floribunda*), el coeficiente de determinación fue superior al 90% en la quinta medición para características físicas, con excepción para el rendimiento de fruta que requiere de 45 mediciones para el mismo nivel de confiabilidad.

**Lima et al., (2017, p. 54)** en su trabajo utilizó 294 genotipos del banco de germoplasma de Shiringa (*Hevea sp*) de Embrapa Cerrados. El desempeño de cada uno fue evaluado en base a producción media de látex seco en tres años de sangrado de unos 14, 15 y 16 años de edad; analizando los datos por medio del sistema estadístico y selección computarizada vía modelos lineales mixtos Selegen-REML/BLUP, modelo básico de repetitividad sin delineamiento (modelo 63) permitiendo estimar componente de varianza y el coeficiente de repetitividad. Con un  $r=0.83$  las estimaciones del análisis reportan eficiencia de selección que serían obtenidos utilizándose en los diez años de colecta de látex ( $r_m= 0.93$ ) y se

verifica que tres años consecutivos de evaluación son muy eficientes permitiendo una precisión selectiva del 97% (Acm) lo que demuestra regularidad de producción de látex. Con esto demuestra que con más de 13 años de edad son promisorios pues posee parte de materiales con alto valor.

## **1.2 Bases teóricas**

### **1.2.1 Selección de árboles.**

La selección puede ser natural o artificial, la selección natural es definida como un suceso reproductivo diferencial en que el número de individuos en cualquier población tiende a aumentar geométricamente, la selección artificial es realizada por el hombre como objetivo principal el mejoramiento genético de las poblaciones, este tipo de selección data de hace 100 años aproximadamente cuya finalidad es mantener genotipos superiores cuyas características sirvan para la obtención de productos maderables en un corto plazo y que sean económicamente rentables **(Ipinza et al., 1998, p. 7, 34, 44; Sotelo et al., 2000, p. 4; Vale, 2012, p. 25-26).**

**Resende (2007a, p. 101)**, sostiene que, en términos más rigurosos, la selección es un problema puramente estadístico, visto que en la práctica se selecciona una fracción de individuos según sus valores genéticos los cuales siguen una distribución de probabilidades. Pearson (1903) abordó el tema selección derivando las medias y variancias condicionales para la distribución normal multivariada y Lush (1931) fue el primero científico en utilizar predictores de valores genéticos



basados en medias condicionales. Cochran (1951) estudio las propiedades optimas de estos predictores para cualquier distribución.

### **1.2.2 Modelos lineales mixtos (REML/BLUP)**

**Resende (2007a, p. 102)**, sostiene que el modelo mixto de selección fue presentado por Henderson en 1973, mas, fue concebido alrededor de 1948 por el propio Henderson, siendo alumno de la disciplina de matemática y estadística, dirigida por Mood. La idea surgió de un problema estadístico simple presentado por Mood: dada una escala de inteligencia (QI) igual a 130, ¿Cuál es la estimativa de máxima verosimilitud del verdadero QI del individuo? asumiendo que el QI verdadero y el test de QI tiene distribución normal con media de 100, la variancia del error del test del QI es 25 y la variancia de QI verdadero es 225. Henderson inmediatamente aplico el predictor de valor genético (g) usado por Lush.

**(Henderson, 1973 citado por Resende, 2007a, p. 103)**, reconoce que el modelo mixto denominado mejor predicción lineal no viciada o no tendenciosa (BLUP) surgió de la maximización de la función densidad conjunta de y (valores fenotípicos) y g (valores genéticos) en el año 1948.

**Resende (2007a, p. 129)**, menciona que el REML/BLUP (máxima verosimilitud residual o restricta/mejor precisión lineal no viciada), también es denominado genéricamente como metodología de modelos mixtos.

**(Resende, 2006, p. 15).** La teoría como procedimiento óptimo fue difundida a partir de 1973 por Henderson en Estados Unidos y Thompson en Inglaterra (1970), el cual es un método de análisis de datos que se define como una función lineal que minimiza la varianza de los errores de predicción dentro de los predictores insesgados denominado Mejor Predicción Lineal Imparcial (BLUP); y en 1971 Patterson y Thompson proponen un método llamado Estimación por Máxima Verosimilitud Restringida (REML concebida por Henderson).

**Resende (2007a, p. 130),** sostiene que el análisis de variancia (ANOVA) y el análisis de regresión fueron, durante mucho tiempo, el principal estudio de análisis de modelaje estadístico. Entretanto, estas técnicas tienen limitaciones para lidiar con datos desbalanceados y con parentesco entre tratamientos. El método REML permite lidiar con esa situación dado que es una generalización del ANOVA (análisis de varianza) para situaciones más complejas. Para situaciones simples, los dos procedimientos son equivalentes, más para las situaciones más complejas encontradas en la práctica, el ANOVA es un procedimiento apenas aproximado. El procedimiento REML compensa la pérdida de grados de libertad que resulta de la estimación de los efectos fijos y produce estimaciones menos sesgadas de las componentes de varianza del ANOVA en modelos balanceados y es el método óptimo de estimaciones de componente de variancia con datos balanceados y desbalanceados. **(Resende, 2006, p. 15).**

El REML es un método eficiente en el estudio de las varias fuentes de variación asociados a evaluaciones de experimentos de campo, permitiendo desdoblar la variación fenotípica en sus varios componentes genéticos, ambientales y de interacción genotipo x ambiente, estimaciones de componentes de variancia son

esenciales en por lo menos tres aplicaciones (i) conociendo el control genético de los caracteres efectuando el delineamiento de eficientes estrategias de mejoramiento; (ii) predicción de los valores genéticos de los candidatos y selección; (iii) determinación del tamaño de la muestra (número de repeticiones, por ejemplo) y forma de la muestra en adecuada para la estimación precisa de parámetros y para la maximización de la precisión selectiva. Tal procedimiento se constituye un procedimiento patrón para el análisis estadística en una gran gama de aplicaciones. En experimentos agronómicos, zootécnicos y forestales, o REML sustituyo con ventaja al método ANOVA creado por el científico ingles Ronald Fisher en 1925 **(Resende, 2007a, p. 130)**.

**Resende (2007a, p. 129)**, sostiene que el BLUP (Mejor Predicción Lineal Imparcial) es el procedimiento óptimo de selección para los efectos genéticos aditivos (a), de dominancia (b) y genotípicos (g); maximiza la precisión selectiva y, por tanto, es superior a cualquier otro índice de selección combinada, excepto aquella que usa todos los efectos aleatorios del modelo estadístico

**Resende (2007a, p. 130)**, menciona las principales ventajas prácticas de REML/BLUP: permite comparar individuos o variedades a través del tiempo (generaciones-años) y espacio (localidades, bloques); permite la simultanea corrección para los efectos ambientales, estimación de componentes de variancia y predicción de valores genéticos; permite lidiar con estructuras complejas de datos (medidas repetidas, diferentes años, localidades y delineamientos) puede ser aplicado a datos desbalanceados y a delineamientos no ortogonales; permite utilizar simultáneamente un gran número de informaciones , provenientes de diferentes generaciones, localidades y edad, generando estimaciones y

predicciones más precisas; permite el ajuste de varios modelos alternativos se puede escoger al que se ajusta mejor los datos y, al mismo tiempo, es parsimonioso (presenta menor número de parámetros).

Un software de fácil aplicación práctica, destinado al uso correcto en el mejoramiento genético es el SELEGEN REML/BLUP **(Resende, 2002b)**. **(Resende, 2007a, p. 131)**.

### **1.2.3 Evaluación genotípica y coeficiente de repetitividad**

**Resende (2007a, p. 129)**, menciona que la evaluación genotípica comprende la estimación de componentes de variancia (parámetros genotípicos) y la predicción de los valores genotípicos. La experimentación de campo, como una regla, está asociada al desbalanceamiento de datos debido a varios motivos tales cuales pérdidas de plantas y parcelas, desiguales cantidades de semillas y plántones disponibles por tratamiento, red experimental con diferentes números de repeticiones por experimento y diferentes delineamientos experimentales, sin evaluación de todas las combinaciones genotipo-ambiente, dentro de otros.

**Ramos-Huapaya y Dominguez (2016, p. 116)** Mencionan que los árboles con fenotipos superiores (altura, DAP, entre otras) tienen una alta probabilidad de poseer un buen genotipo. Durante la vida de la planta existe la interacción del componente ambiental y genético, generando la posibilidad de que uno de ellos sobresalga, cuando es favorable para el genético se asume que hay árboles con

mejores características fenotípicas adaptables al ecosistema (Davide, 1992, p. 7; Ipinza et al., 1998, p. 34; Abbott y Pistorale, 2010, p. 116-117; Cornelius y Ugarte-Guerra, 2010, p. 7,14; Oliva Valle et al., 2012, p. 5).

Goncalvez et al., (1995, p. 650); Sturion y Resende (2000, p. 1), señalan que los caracteres fenotípicos tienden a expresar una secuencia repetitiva, cuya capacidad puede ser cuantificado usando más de una observación fenotípica, sin utilizar progenies, con la finalidad de estimar el coeficiente de repetitividad individual ( $r = h^2$ ), conocido como el límite superior del coeficiente de heredabilidad ( $h^2$ ), con valores que varían de 0 a 1, siendo  $r=1$  la repetitividad máxima, con valores cercanos a 1 se puede estimar el número máximo de mediciones y con un  $r=1$  los datos de una medición serían suficientes para predecir la posibilidad de elegir árboles con mejores predictores genéticos, mayor eficiencia y un mínimo del trabajo requerido.

#### 1.2.4 Selección genética computarizada

Para la obtención de árboles promisorios con alta rentabilidad económica se debe realizar cálculos estadísticos que permitan demostrar la superioridad genética y evolutiva (Vale, 2012, p. 26). Actualmente los cálculos en los estudios de mejoramiento forestal se están incorporando a procesos rápidos con la implementación computacional de modelos mixtos (software SELEGEN REML/BLUP) para datos balanceados y desbalanceados cuyo procedimiento matemático (álgebra lineal numérica), y estadístico (derivación de las medias y variancias, distribución normal multivariada) facilita los procesos de mejoramiento

de plantas perennes a nivel individual y poblacional (**Resende y Oliveira, 1997, p. 931-932; Resende, 2006, p. 14**); con la posibilidad de maximizar/minimizar funciones de varias variables y obtener soluciones de ecuaciones de forma rápida, convirtiéndolo en una gran herramienta para el mejorador, contribuyendo a fortalecer los procesos de predicción de la variación fenotípica expresados en componentes genéticos, en términos de precisión, ganancia genética, tamaño efectivo, variancia de las ganancias genéticas, entre otros, más eficientemente en especies frutales y forestales (**Gezan y Torres, 1998, p. 333; Abbott et al., 2010, p. 116; Pereira, 2018, p. 33-34**).

**Resende (2000, p. 12)**, menciona que la implementación computacional de metodologías de modelos mixtos se basa fuertemente en métodos numéricos, notada mente en álgebra lineal numérica logrando la obtención de soluciones prácticas de las ecuaciones de modelo mixto (obtención de BLUP) y en el cálculo numérico para la maximización/minimización de funciones de varias variables logrando la obtención de las estimaciones REML.

**Resende (2006, p. 15)**, hace mención que en la década de los 80 empezaron con la implementación de software especializado en genética computarizada, como son: el REML y DFREML en Inglaterra y Australia y el MTDFREML en Estados Unidos y en los 90 BLUPF90, REMLF90 y ASREML.

Con la disponibilidad del grupo de software ya implementado, permitió el inicio de la aplicación de procedimientos REML/BLUP al mejoramiento forestal en un nivel individual a partir del año 1995, pese a que fueron creados para el mejoramiento animal, pueden ser usados adecuadamente para el mejoramiento vegetal en algunas situaciones. De esa manera fue creada el Selegen REML/BLUP para

atender la rutina de los programas de mejoramiento vegetal y contempla las siguientes categorías de plantas: alógamas (capinuri y caoba), autógamias (lupuna), de sistema reproductivo mixto y de propagación clonal. Considera varios delineamientos experimentales, varios delineamientos de cruzamiento, interacción genotipo x ambiente y experimentos repetidos en varias localidades, **medidas repetidas**, progenies pertenecientes a varias poblaciones dentro de otros factores **(Resende, 2006, p. 16)**.

Hasta el momento, Selegen Reml/Blup viene siendo aplicado en el mejoramiento de plantas perennes y anuales en los países como Brasil, África del Sur, Argentina, China, Costa Rica, India, Perú y Tunicia. En la iniciativa privada viene siendo utilizado en el mejoramiento de eucalipto, pino, acacia negra, teca, maíz, soya, shiringa, caña de azúcar. En instituciones públicas viene siendo usado en esas mismas especies y también en frejol, arroz, casho, acerola, copoazu, cacao, café, guaraná, dende, pijuayo, palma aceitera, naranja, brachiaria, panicum, estilosantes, leucena, erva mate, pequi, papa, yuca, huasai, mango, maracuyá, camu-camu, aguaje, entre otros. **(Resende, 2006, p. 16)**.

### **1.2.5 Descripción básica de las especies**

**Especie: Maquira coriácea (H. Karst.) C. C. Berg**

**Nombre local: Capinurí**

**Familia: Moraceae**

#### **A. Descripción botánica**

Arboles dioicos hasta 50 m con raíces tablares; ramitas pubérulas. Hojas elípticas a lanceoladas, generalmente ensanchadas hacia el ápice, asimétricas, (2.5)6–16 x (1)2.5–6 cm, ápice acuminado, base aguda a obtusa, haz glabrada, envés disperso

pubérulo; venas secundarias 13–18 pares. Hàbitat: en tierra firme, bosque primario, en planicie inundable, várzea o igapó (Yanamono). Utilizaciòn: ampliamente utilizado para madera laminada, “triplay” y enchapes; el látex es reputado como antiinflamatorio, en las luxaciones y hernias. Nombre vulgar: Capinurí (**Vasquez, 1997, p. 520**).

## **B. Distribuciòn y hàbitat**

El hàbitat de *Maquira coriacea* son los bosques de la llanura aluvial inundable a lo largo y ancho de la cuenca del Amazonas, la cuenca del Orinoco y la cuenca del Alto río Paraguay (**Nebel, 2000, p. 9**).

**Especie: Swietenia macrophylla King**

**Nombre local: Caoba**

**Familia: Meliaceae**

## **A. Descripciòn botànica**

Árboles hasta 40(60) m; ramitas glabras, marrones o rojizas, diminutamente lenticelado. Hojas agrupadas en los ápices de las ramitas, a veces imparipinnadas por aborto, (14)16–30(40) cm, raquis glabro; folíolos opuestos o subopuestos, 3–6(8) pares, oblongos, oblongo-lanceolados, ovado-lanceolados o elíptico-ovados, ligeramente falcados, (8)9–13(18) × 3–4(5.5) cm, ápice agudo o brevi-acuminado, base asimétrica, truncada, redondeada o sucordada, glabros; venaciòn terciaria impresa y obscura. Hàbitat: cultivada (Allpahuayo mishana). Utilizaciòn: corresponde a la madera de más alto valor comercial en la regiòn (**Vasquez, 1997, p. 481**).



## **B. Distribución y hábitat**

Desde México en Centroamérica a la región Amazónica, hasta Bolivia, mayormente debajo de los 1200 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante y no tolera las sequías prolongadas; es una especie con tendencia heliófita, presente en bosques disturbados perdurando hasta la condición primaria, usualmente en suelos ligeros, francos a arenosos, de buena fertilidad, bien drenados, con pedregosidad baja a media. Observaciones sobre la ecología de la Caoba indican que en sus estadíos iniciales requiere de bastante luz y protección ante la sombra excesiva. El control de la competencia con especies pioneras por unos 2-3 años le permite crecer rápidamente entre la vegetación secundaria **(Reynel et al., 2003, p. 34)**.

**Especie: Ceiba pentandra (L.) Gaertn.**

**Nombre local: Lupuna**

**Familia: Malvaceae.**

### **A) Descripción botánica**

Arboles hasta 50(65) m, raíces tabulares hasta 10 m de diámetro; ramitas glabras. Folíolos (5)7–9, lanceolados, 8–20 × 2.3–4 cm, ápice y base agudos, enteros o finamente aserrados; pecíolos 5–23 cm de largo. Hábitat: en planicie inundable estacional y en planicie inundable, várzea (Yanamono). Utilización: ampliamente usado para madera laminada, contrachapeada – triplay– y enchapes. Nv: lupuna, lupuna blanca, lopuna, ceiba, huimba **(Vasquez, 1997, p. 167)**.

## **B) Distribución y hábitat**

Se encuentra en forma natural desde los 16° N en EE: UU: pasando por México, a través de América Central y el Caribe hasta los 16 ° S en América del sur. Es abundante en las planicies costeras hasta 500 msnm, con precipitaciones de 1000 a 2500 mm por año y temperaturas de 20 a 27 °C. Crece en los bosques húmedos siempre verdes y deciduos; selvas altas perennifolias a medianas sub caducifolias; también en los bosques secos y en los de galería. Es una especie pionera heliófita. Tolera gran variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos inundable parte del año. Prefiere suelos aluviales con pH de ligeramente ácido a neutro (**Joker y Salazar, 2000, p. 1**).

### **1.2.6 Centro Experimental San Miguel (CESM)**

El área del caserío san miguel representa una pequeña porción (aun no delimitada) de la gran várzea peruana cuya extensión es de 2 117 010 ha a 2 550 346 ha aproximadamente (**BIODAMAZ, 2004, p. 26; MINAM, 2015, p. 28**); influenciada por el río Amazonas cuyas aguas inundan en los meses de marzo hasta mayo con periodos de vaciante entre agosto y octubre (**BIODAMAZ, 2007, p. 10**), los procesos de sedimentación en la formación del suelo (creciente y vaciante) forman áreas con características como: textura (arenoso y franco limoso); son aprovechados en la temporada de vaciante para sembrar cultivos de corto plazo como el frijol, yuca, maní, entre otros y en algunas zonas más altas con plantas perennes tales como capirona, ayauma, capinuri, huasai, ubos, camu camu y yuca (**TCA, 1994, p. 58; Paredes, 2005, p. 3**).

Con el conocimiento de las características físicas y químicas del suelo y sus componentes superficiales (vegetación y sembríos temporales y perennes) de la várzea en el caserío San Miguel nace la iniciativa de crear un centro (Centro Experimental San Miguel) donde se pueda tener la posibilidad de generar nuevas tecnologías sobre el manejo y uso de procesos de sedimentación en la formación del suelo y mejorar los sistemas agroforestales **(Paredes, 2005, p. 2)**.

### **Zona de vida**

Ecológicamente, la zona se caracteriza por ser del tipo: “bosque húmedo tropical, tendiendo a muy húmedo” **(ONERN, 1995, p. 91)**. El clima es “húmedo y cálido”, sin marcadas variaciones en el promedio anual de temperatura y sin estación seca bien definida. La temperatura promedio anual es de 26 C y una precipitación pluvial de 2911,7 mm/año **(Pinedo, 2017, p. 100)**.

### **Tipo de vegetación: Bosque de llanura meándrica (BLLM)**

El bosque de llanura inundable o meándrica está conformado por especies de carácter sucesional, plantas herbáceas, gramíneas y leñosas tales como: *Gynerium sagittatum* “caña brava”, *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”, *Cecropia sp.* “cetico”, *Ficus schultesii* “renaco colorado”, *Inga sp.* “shimbillo”, *Pseudobombax munguba* “punga”, *Calycophyllum spruceanum* “capirona”, *Hura crepitans* “catahua”, *Ceiba sp.* “lupuna”, *Triplaris sp.* “tanganrana”, *Iryanthera sp.* “cumala”, *Ficus schultesii* “renaco” **(Baluarte y Alvan, 1995, p. 180-181; MINAM, 2015, p. 28)**.

### **Topografía de la zona de estudio**

La topografía es más o menos plana, con ligeras ondulaciones y depresiones que forman pequeñas cochas. Los suelos son depósitos aluviales recientes, afectados por inundaciones periódicas ocasionadas por las crecientes del río Amazonas.

Forma parte de un complejo de orillares, sujeto a procesos de erosión lateral con acumulaciones de arena y limo en época de creciente **(BIODAMAZ, 2007, p. 10)**.

### **Caracterización del suelo**

La textura es franco arcillo limosa; pH moderadamente ácido de 6.006 (suelo/agua 1:2,5); conductibilidad eléctrica de 0.203; CIC efectivo de 13.66, bajo nivel de materia orgánica de 1.33%; Nitrógeno (%) bajo de 0.09; Fósforo en nivel intermedio de 12.37 ppm, alto nivel de Potasio 254.6 ppm, bajo nivel de Aluminio (0.92%); alto nivel del catión Calcio 76.89%; mediano nivel del catión Magnesio (18.66%); bajo nivel del catión Potasio (3.75%) y bajo nivel del catión Sodio (0.69%). Relación Potasio/Magnesio normal (0.20) y de Calcio/Magnesio 4.12 que puede considerarse normal (sin deficiencia de Mg ni de K) **(Pinedo, 2017, p. 51)**.

### **1. 3 Definición de términos básicos**

**Alógama.** Dícese de las plantas que presentan el fenómeno de la alogamia **(Font Quer , 2001, p. 39)**.

**Alogamia.** Fenómeno que tiene efecto cuando el polen llega al estigma procedente de otra flor, tanto si ésta pertenece al mismo pie como si corresponde a otro ejemplar de la misma especie **(Font Quer , 2001, p. 39)**.

**Autógama.** Dícese de las plantas que presentan el fenómeno de la Autogamia **(Font Quer , 2001, p.111)**.

**Autogamia.** Fenómeno que consiste en la polinización de una flor por medio de su propio polen; como es lógico sólo las flores hermafroditas pueden ser autógamas **(Font Quer , 2001, p.111)**.

**Blup** (Mejor Predicción Lineal Imparcial). Representa el mejor predictor entre todos los predictores lineales no sesgados, ya que posee la menor variación con respecto al error (**Rosa et al., 2015, p. 27**).

**Carácter**. Término usado por los genetistas para designar cualquier forma, función o rasgo del organismo, con la condición que se puede cuantificar el valor de cada árbol (**Font Quer , 2001, p. 178**).

**Datos desbalanceados**. En el análisis estadístico de experimentos de campo el desbalanceamiento de datos es debido a. pérdidas de plantas y parcelas, desigual cantidad de semillas y plántulas disponibles por tratamiento, red experimental con diferente número de repeticiones por experimento o diferentes delineamientos experimentales, no validación de todas las combinaciones genotipo-ambiente, entre otras (**Resende, 2004, p. 9**). El desbalanceamiento de los datos en la actualidad no significa datos problemáticos visto que los métodos de estimación y predicción disponibles permiten lidiar adecuadamente con este factor (**Resende, 2007a, p. 61**).

**Dendrometría**. La palabra dendrometría deriva de dos vocablos griegos “dendro=árbol” y “metrum= medida. Consecuentemente la dendrometría trata de las mediciones de las variables de medida en árboles (**Imaña y Encinas, 2008, p. 7**).

**Fenotipo**. Apariencia externa de los caracteres que percibimos en un individuo dentro del medio en que se desarrolla (**Font Quer , 2001, p. 463**).

**Ganancias genéticas**. El cambio genotípico originado por la selección artificial en un rasgo específico. La ganancia es expresada en términos de cambios por generación o cambios por año. La ganancia está determinada por la intensidad de

selección, la variación de los progenitores, y la heredabilidad de un rasgo dado **(Ipinza et al., 1998, p. 408).**

**Genotipo.** Conjunto de los factores hereditarios que regulan en conjunto las normas de reacción del organismo ante el mundo exterior **(Font Quer , 2001, p. 516).**

**Interacción genotipo-ambiente.** Cambios en jerarquía o niveles de desempeño entre individuos cuando se prueba en diferentes ambientes **(Ipinza et al., 1998, p. 409).**

**Plantación forestal.** Ecosistema forestal constituido a partir de la intervención humana mediante la instalación de un o más especies forestales, nativas o introducidas, con fines de producción de madera o productos diferentes a la madera **(MINAM, 2015, p. 85).**

**Predecir.** Anunciar algo que ha de suceder **(LEXUS, 2000, p. 779).**

**Predicción.** Acción y efecto de predecir **(LEXUS, 2000, p. 779).**

**Promisorio.** Que encierra en si promesa **(RAE, 2020 p. 1).**

**Recombinante natural.** Individuo/planta de una especie con la capacidad de transferir a futuras generaciones dos (doble recombinante) o más caracteres favorables **(El autor).**

**Selección.** Escoger árboles individuales o poblaciones con características deseables para obtener mejoramiento genético **(Ipinza et al., 1998, p. 415).**

**Sistema agroforestal.** Sistema de uso de la tierra que consiste en el manejo asociado de especies forestales y agropecuarias en una misma parcela en el espacio y en el tiempo **(SERFOR, 2015, p. 239).**

**Valor genético.** El Valor genético de un árbol es la descripción del valor de los genes de ese árbol cuando son traspasados a su progenie **(Borralho, 1998, p. 362).**

## **CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Formulación de la hipótesis**

#### **2.1.1 Hipótesis alterna**

Las variables dendrométricas DAP, altura y volumen comercial si son necesarias para la selección de árboles promisorios.

#### **2.1.2 Hipótesis nula**

Las variables dendrométricas DAP, altura y volumen comercial no son necesarias para la selección de árboles promisorios.

.



## 2.2 Variables y su operacionalización

En el proyecto de tesis se planteó como variables: independiente (x) a tres especies forestales (*Swietenia macrophylla* King, *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) y como dependientes (Y) al DAP, altura comercial y volumen comercial.

**Tabla 1: Variables y su operacionalización**

Variable	Definición	Tipo de naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Altura comercial del árbol	Altura medida hasta la primera rama.	Cuantitativa	HC	Cardinal	Altura comercial	m	Base de datos
Diámetro del árbol	Es la medida del segmento transversal del árbol medido a una altura de 1.30 m del suelo.	Cuantitativa	DAP	Cardinal	De un cm a más	cm	Base de datos
Volumen comercial del árbol	Medida de la forma cilíndrica (tronco) del árbol desde la base hasta la primera rama.	Cuantitativa	VC	Cardinal	De 0.000007 a mas	m <sup>3</sup>	Base de datos

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo y diseño

**Tipo de investigación:** Descriptivo-Analítico, por la aplicación del modelo de análisis de repetitividad.

**Nivel o diseño de investigación:** No experimental, longitudinal y descriptivo, porque no existe intervención del investigador en el diseño de la plantación, longitudinal porque se realiza más de dos mediciones.

### 3.2 Diseño muestral

El trabajo se realizó en el Centro Experimental San Miguel del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), en el distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto; en la margen izquierda del río Amazonas, aguas arriba de la desembocadura del río Itaya, entre las coordenadas  $3^{\circ} 40'$  y  $3^{\circ} 45'$  de latitud Sur y  $73^{\circ} 10'$  y  $73^{\circ} 11'$  de longitud Oeste, 120 msnm (**Pinedo, 2017, p. 51**), ver **mapa en anexo 1**.

El área de estudio es accesible por dos tramos: **el primero** empieza tomando un peque peque en la zona baja de belén entre diez a quince minutos de navegación por el río Itaya y termina por trocha carrozable entre una o dos horas de caminata hasta el Centro San Miguel y **el segundo** desde el grifo flotante (Acrolin) de Masusa en el distrito de Punchana (entre una hora de navegación por el río Amazonas en

peque peque de 9 hp) hasta el caserío 11 de Noviembre (distrito de Belén), desde allí se camina once minutos hasta el Centro Experimental San Miguel.

**Población:** Todos los árboles de acuerdo a la distribución en el terreno:

**Tabla 2: Datos de las tres especies del CESM, Belén, Maynas, Loreto, Perú.**

<b>Nombre Local</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Densidad</b>	<b>Área/planta (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha)</b>
Capinuri	Maquira coriácea (H. Karst.) C. C. Berg	400	5 X 5= 25	1
Caoba	Swietenia macrophylla King	400	5 X 5= 25	1
Lupuna	Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	200	10 x 10= 100	2

**CESM: Centro Experimental San Migue**

**Muestra:** Todos los árboles encontrados en pie (lupuna tiene 112 individuos, caoba 58 y capinuri tiene 88 individuos) en la plantación del Centro Experimental San Miguel.

### **3.3 Procedimientos de recolección de datos**

#### **Materiales y equipos**

##### **De campo:**

Wincha de 100 m, cinta métrica, clinómetro Suunto, cámara fotográfica canon, GPS Garmin, escalera de aluminio, formatos para registro de datos, tablero de Triplay, botas, machete y un casco.

##### **De oficina**

Laptop hp Pavilion, software: SELEGEN-REML/BLUP Versión 2016, Microsoft office 2013, material de escritorio.

Las tres especies forestales amazónicas (*Swietenia macrophylla* King “caoba”, *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg “capinuri” y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. “lupuna”) fueron establecidas en los años 2003 y 2004 en el Centro Experimental San Miguel; para poder evaluarlas se tuvo las siguientes etapas:

#### **A) Limpieza de fajas de la plantación**

La limpieza de las fajas se realizó durante la temporada de vaciante en el área de estudio (ver foto en **anexo 2**).

#### **B) Identificación de las especies**

Se colectaron hojas de los árboles más bajos para llevar al herbario Amazonense para su identificación (ver constancia en **anexo 3**).

#### **C) Compilación de datos**

Se buscó información referente a las mediciones de años anteriores (2006 y 2009).

#### **D) Obtención de las variables dendrométricas**

La medición de las variables en campo fue durante los años: 2012, 2014 y 2016 (ver foto de la medición de las variables en campo en el **anexo 4**)

## Variables dendrométricas

**Tabla 3: Formulario de las variables dendrométricas**

Variable Dendrométrica	Fórmula	Descripción
Altura comercial (m) (De aquí en adelante HC)	$H = \left( \left( \frac{lc}{100} \right) x d \right) + hop$	H: altura total o comercial; lc: lectura del clinómetro; d: distancia del operador a la planta; hop: altura del.
Diámetro a la altura del pecho (cm). (De aquí en adelante DAP).	$dap = \frac{cap}{\pi}$	Cap: Circunferencia a la altura del pecho (cm); $\pi$ : 3.1416. .
Volumen comercial (m <sup>3</sup> ). (De aquí en adelante VC)	$V = \left( \left( \frac{\pi}{4} \right) x dap^2 \right) x Hc x ff$	Hc: altura comercial, ff: factor de forma; DAP: en metros.

Fuente: (Imaña, 2011, p. 287; Diéguez et al., 2003, p. 33; SERFOR, 2016a, p. 60)

El factor de forma de lupuna y capinuri es de 0.65 y para caoba es de 0.71 en la región Loreto (SERFOR, 2016b, p. 17).

### E) Análisis de repetitividad

Se logró contar con una base de cinco mediciones para caoba y lupuna y tres para capinuri con la finalidad de procesar los datos en el software SELEGEN Reml/Blup, aplicando el análisis de repetitividad, modelo básico sin delineamiento (modelo 63).

### F) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En función a los objetivos se procedió a medir a todos los árboles en pie de las tres especies forestales mencionadas líneas arriba, utilizando la cinta métrica y el clinómetro Suunto como instrumentos de medición.

### G) Técnica de presentación de resultados

Los resultados están distribuidos en cuadros. Se enfatiza en los de línea adecuada para variables cuantitativas y de manera objetiva se presenta fotos

### 3.4 Procesamiento y análisis de los datos

#### Diseño estadístico

Dada la naturaleza cuantitativa de las variables a estudiar se utilizó el modelo básico de repetitividad. **Resende (2007b, p. 83)**, sostiene que se debe de seguir los siguientes pasos:

#### **A) Modelo 63: básico de repetitividad sin delineamiento**

Representa la selección de genotipos superiores aplicado a datos obtenidos en varias mediciones de plantas individuales con o sin diseños experimentales en un determinado tiempo (**Resende, 2007b, p. 83**). La expresión del modelo se muestra de la siguiente manera:

$$Y = X_m + W_p + e$$

Dónde: **Y**: Es el vector de los datos, **m**: Es el vector de efectos de medición (asumidos como fijos) sumados a la media global, **p**: vector de efectos permanentes de las plantas (efectos genotípicos + efectos ambientales) asumidos como aleatorios y **e**: vector de errores o de residuos (aleatorios).

Las letras mayúsculas (**X y W**) representan las matrices de incidencia para los referidos efectos (**Resende, 2007b, p. 83**).

**B) Organización de los datos en Excel (guardados en formato “texto MS-DOC.”).**

**Tabla 4: Secuencia de columnas en el archivo de datos**

Observación	Individuo	Medición	UM	Variable 1
1	1	1	1	.....
2	1	2	1	.....
3	2	1	1	.....
4	2	2	1	.....

Fuente: (Resende, 2007b, p. 83)

### C) Componentes de varianza (REML individual)

Son los siguientes: Variancia fenotípica permanente entre plantas (genotípica + ambiental permanente de una cosecha para otra) **(de aquí en adelante “Vfp”)**; Variancia de ambiente temporal **(de aquí en adelante “Vet”)** ; Variancia fenotípica individual **(de aquí en adelante “Vf”)** ; repetitividad individual **(de aquí en adelante “r”)**, tiene tres niveles: Alta (mayor de 0,60), media (de 0,30 a 0,60) y baja (menor de 0,30)); coeficiente de repetitividad de la media de m cosechas o medidas repetidas **(de aquí en adelante “rm”)** (Resende, 2002a, p. 207) precisión de selección basada en la media de m cosechas o medidas repetidas **(de aquí en adelante “Acm”)**; media general del evento **(de aquí en adelante “m”)**.

### D) Eficiencia de uso de m medidas

Tiene tres parámetros: **a) rm** con proyección en m medidas **b)** precisión clasificada en tres tipos: baja (de 0,10 a 0,39), media (de 0,45 a 0,63) y alta (mayores a 0,71) **c)** eficiencia o media de m medidas (Resende, 2007b, p. 84).

**Tabla 5: Eficiencia de uso de m medias**

M	Determinación	Precisión	Eficiencia
...	...	...	...

Fuente: (Resende, 2007b, p. 84)

### E) Valores genotípicos: selección de individuos

Se sustenta en el valor del efecto fenotípico permanente (**de aquí en adelante “fp”**) y el valor fenotípico permanente (**de aquí en adelante “u+fp”**), la ganancia genética y la nueva media como fundamento para la selección en orden de mérito decreciente (**Resende, 2007b, p. 85**).

**Tabla 6: Componentes de varianza (BLUP individual)**

ORDEN	INDIVIDUO	fp	u+fp	GANANCIA	NUEVA MEDIA
...	...	...	...	...	...

Fuente: (**Resende, 2007b, p. 85**)

La selección de 10 árboles corresponde a un buen número para la futura instalación de un Jardín Clonal (**Oliva et al., 2014a, p. 63**).

### 3.5 Aspectos éticos

En el trabajo se ha practicado la probidad, veracidad, independencia, imparcialidad, transparencia y responsabilidad para el desarrollo antes, durante y después del proyecto; respetando la dignidad humana, el cuidado del medio ambiente y respeto a la biodiversidad



## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Variables dendrométricas

Durante trece años (del 2003 hasta el 2016) los árboles de las tres especies forestales (capinuri, caoba, lupuna) lograron alcanzar valores medios de altura comercial en un rango de 3,65 m hasta 4,59 m; rangos medios de 8,26 cm hasta 19,57 cm para el DAP y valores que van desde 0,065644 m<sup>3</sup> a 0,101125 m<sup>3</sup> para volumen comercial (**ver tabla 7**).

**Tabla 7: Variables dendrométricas de las tres especies forestales del CESM, Belén, Maynas, Loreto, Perú.**

<b>Nombre Local</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Variable dendrométrica</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>
Capinurí	<i>Maquira coriácea</i> (H. Karst.) C. C. Berg.	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	0,000047	0,065644	0,377078
		Altura comercial (m)	1,00	4,59	9,00
		DAP (cm)	0,95	13,73	28,65
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	0,002062	0,014119	0,054491
		Altura comercial (m)	1,80	3,08	4,60
		DAP (cm)	4,00	8,26	15,63
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	0,001490	0,101125	0,570138
		Altura comercial (m)	1,60	3,65	6,80
		DAP (cm)	3,82	19,57	52,83

## 4.2 Análisis del modelo básico de repetitividad sin delineamiento.

### 4.2.1 Análisis de repetitividad de *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg (88 individuos).

Los datos del análisis nos dan a conocer que con tres mediciones (**ver cuadro 18**) podemos determinar que los caracteres evaluados tienen rangos favorables de repetitividad en el tiempo para capinuri (VC y HC están en rango medio y DAP tiene alto grado repetitivo), con alta precisión de selección y un medio ambiente favorable para su desarrollo (Vet) (**ver tabla 8**); en la predicción de la segunda medición para adelante del coeficiente de repetitividad refleja altos niveles de precisión (**ver tabla 9**). También se reconoció recombinantes naturales tales como: el individuo/planta N° 74 tiene la posible capacidad de transferir dos caracteres (HC y VC) a sus futuras generaciones, el 85 y 87 (VC y DAP) y seis individuos (3, 4, 40, 57, 84 y 88) los tres caracteres.

Los diez árboles deberán proporcionar una posible base en ganancia genética cuyo rango va desde 0,07 % a 0,11 % para VC, incrementando el valor medio (0,03334 m<sup>3</sup>) de 0,103300 m<sup>3</sup> a 0,149700 m<sup>3</sup>; en HC la posible ganancia base varia de 1,80 % a 3,20 %, aumentando su valor medio (3,16 m) de 4,96 m hasta 6,36 m; el DAP eleva la posible ganancia base de 8,28 % a 10,91 %, elevando su valor medio (10,43 cm) de 18,72 cm a 21,35 cm con los árboles promisorios seleccionados (**ver tabla 10**).

**Tabla 8: Componentes de variancia (REML individual) de *Maquira coriácea* (88 individuos).**

REML Individual	CARÁCTER		
	VC (m <sup>3</sup> )	HC (m)	DAP (cm)
Vfp	0,001218	1,028013	19,914727
Vet	0,00128	0,808652	5,956296
Vf	0,002499	1,836665	25,871023
<b>r</b>	<b>0,48754 ± 0,1218</b>	<b>0,559717 ± 0,1302</b>	<b>0,76977 ± 0,1527</b>
<b>rm</b>	<b>0,740537</b>	<b>0,792264</b>	<b>0,909342</b>
<b>Acm</b>	<b>0,860545</b>	<b>0,890092</b>	<b>0,953594</b>
Media general	0,03334	3,164735	10,439318

**Tabla 9: Eficiencia de uso de tres medidas de *Maquira coriácea* (88 individuos).**

m	rm	VC (m <sup>3</sup> )		HC (m)		DAP (cm)			
		Precisión	Eficiencia	rm	Precisión	Eficiencia	rm	Precisión	Eficiencia
1	0,48	0,69	1,00	0,55	0,74	1,00	0,76	0,87	1,00
2	0,65	0,80	1,15	0,71	0,84	1,13	0,86	0,93	1,06
3	0,74	0,86	1,23	0,79	0,89	1,189	0,90	0,95	1,08
4	0,79	0,88	1,27	0,83	0,91	1,22	0,93	0,96	1,09
5	0,82	0,90	1,30	0,86	0,92	1,24	0,94	0,97	1,10
6	0,85	0,92	1,32	0,88	0,94	1,25	0,95	0,97	1,11
7	0,86	0,93	1,33	0,89	0,94	1,26	0,95	0,97	1,11
8	0,88	0,94	1,34	0,91	0,95	1,27	0,96	0,98	1,11
9	0,89	0,94	1,35	0,91	0,95	1,28	0,96	0,98	1,12
10	0,90	0,95	1,36	0,92	0,96	1,28	0,97	0,98	1,12

Tabla 10: Selección de diez individuos de *Maquira coriácea* (88 individuos, BLUP individual).

CARÁCTER	VALORES GENOTÍPICOS					
	Orden	Individuo	fp	u + fp	Ganancia	Nueva media
VC (m3)	1	57	0,11	0,14	0,11	0,14
	2	84	0,10	0,14	0,11	0,14
	3	3	0,09	0,12	0,10	0,13
	4	40	0,07	0,10	0,09	0,13
	5	4	0,06	0,09	0,09	0,12
	6	88	0,06	0,09	0,08	0,11
	7	74	0,05	0,08	0,08	0,11
	8	85	0,04	0,08	0,07	0,11
	9	87	0,04	0,08	0,07	0,10
	10	54	0,03	0,06	0,07	0,10
HC (m)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	3	3,19	6,36	3,19	6,36
	2	84	2,51	5,67	2,85	6,01
	3	57	2,16	5,32	2,62	5,78
	4	40	1,85	5,01	2,43	5,59
	5	74	1,85	5,01	2,31	5,47
	6	60	1,45	4,61	2,17	5,33
	7	24	1,34	4,51	2,05	5,21
	8	88	1,24	4,40	1,95	5,11
	9	4	1,18	4,35	1,86	5,03
10	52	1,16	4,32	1,79	4,96	
DAP (cm)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	84	10,91	21,35	10,91	21,35
	2	88	9,90	20,34	10,41	20,85
	3	85	9,48	19,92	10,10	20,54
	4	4	9,11	19,55	9,85	20,29
	5	3	8,90	19,34	9,66	20,10
	6	57	8,52	18,96	9,47	19,91
	7	87	7,26	17,70	9,15	19,59
	8	40	6,64	17,08	8,84	19,284
	9	76	6,41	16,85	8,57	19,013
10	37	5,70	16,14	8,28	18,72	

#### **4.2.2 Análisis de repetitividad de *Swietenia macrophylla* King (58 individuos).**

Con cinco mediciones los caracteres de caoba tienen rangos bajos (VC y DAP) y uno intermedio (HC), tienen una regular actitud repetitiva en el tiempo, con condiciones ambientales intermedias (Vet) para la especie **(ver tabla 11)**, con muy buena precisión de selección y también mejora su condición en un mayor tiempo (predicción de repetitividad en más de cinco mediciones) **ver tabla 12**. Los recombinantes naturales para esta especie son: el individuo/planta N°22 (VC y HC); los árboles 5,7, 11 (VC y DAP) y los tres individuos (10, 12 y 15) con tres caracteres **(ver tabla 13)**.

La posible base en ganancia genética para el carácter VC varía de 0.004500 % a 0.008600 %, aumentando su valor medio de 0.005058 m<sup>3</sup> hasta 0.013600 m<sup>3</sup>; la ganancia expresada en metros para HC varía de 0.651800 % a 1.045400 %, aumentando su valor medio de 2.14 m a 3.19 m (altura del primero) y la ganancia expresada en cm para el DAP varía en términos porcentuales de 1.24 % a 1.84%, aumentando su valor medio de 4.88 cm a 6.72 cm (valor del primero) **ver tabla 13**.

**Tabla 11: Componentes de variancia (REML individual) de *Swietenia macrophylla* King (58 individuos).**

Componentes de Variancia ( REML Individual )	CARÁCTER		
	VC (m <sup>3</sup> )	HC (m)	DAP (cm)
Vfp	0,000010	0,199808	0,957013
Vet	0,000029	0,280163	2,686916
Vf	0,000039	0,479971	3,643929
r	0,257134 +- 0,0857	0,416292 +- 0,1072	0,262632 +- 0,0851
rm	0,633792	0,780987	0,640401
Acm	0,796111	0,883734	0,800251
Media general	0,005058	2,141379	4,877931

**Tabla 12: Eficiencia de uso de cinco medidas de *Swietenia macrophylla* King (58 individuos).**

m	rm	VC (m <sup>3</sup> )		rm	HC (m)		rm	DAP (cm)	
		Precisión	Eficiencia		Precisión	Eficiencia		Precisión	Eficiencia
1	0,25	0,50	1,00	0,41	0,64	1,00	0,26	0,51	1,00
2	0,40	0,63	1,26	0,58	0,76	1,18	0,41	0,64	1,25
3	0,50	0,71	1,40	0,68	0,82	1,27	0,51	0,71	1,40
4	0,58	0,76	1,50	0,74	0,86	1,33	0,58	0,76	1,49
5	0,63	0,79	1,56	0,78	0,88	1,36	0,64	0,80	1,56
6	0,67	0,82	1,62	0,81	0,90	1,39	0,68	0,82	1,61
7	0,70	0,84	1,65	0,83	0,91	1,41	0,71	0,84	1,64
8	0,73	0,85	1,69	0,85	0,92	1,42	0,74	0,86	1,67
9	0,75	0,87	1,71	0,86	0,93	1,44	0,76	0,87	1,70
10	0,77	0,88	1,73	0,87	0,93	1,45	0,78	0,88	1,72

**Tabla 13: Selección de diez individuos de *Swietenia macrophylla* King (58 individuos, BLUP Individual).**

CARÁCTER	VALORES GENOTÍPICOS					
	Orden	Individuo	fp	u + fp	Ganancia	Nueva media
VC (m3)	1	5	0,008	0,013600	0,008600	0,013600
	2	12	0,007	0,012000	0,007800	0,012800
	3	15	0,005	0,010400	0,007000	0,012000
	4	22	0,004	0,009700	0,006400	0,011400
	5	10	0,004	0,009500	0,006000	0,011000
	6	20	0,003600	0,008700	0,005600	0,010600
	7	28	0,003300	0,008400	0,005300	0,010300
	8	11	0,003200	0,008200	0,005000	0,010100
	9	7	0,002900	0,007900	0,004800	0,009800
	10	13	0,002000	0,007000	0,004500	0,009500
HC (m)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	14	1,045400	3,186800	1,045400	3,186800
	2	15	0,811100	2,952500	0,928300	3,069700
	3	1	0,748700	2,890000	0,868400	3,009800
	4	10	0,639300	2,780700	0,811100	2,952500
	5	34	0,608100	2,749500	0,770500	2,911900
	6	29	0,592500	2,733800	0,740900	2,882200
	7	54	0,592500	2,733800	0,719700	2,861000
	8	22	0,545600	2,687000	0,697900	2,839300
	9	12	0,483100	2,624500	0,674000	2,815400
10	16	0,451900	2,593300	0,651800	2,793200	
DAP (cm)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	5	1,845600	6,723600	1,845600	6,723600
	2	2	1,576700	6,454600	1,711200	6,589100
	3	15	1,359000	6,236900	1,593800	6,471700
	4	11	1,346100	6,224100	1,531900	6,409800
	5	10	1,179600	6,057600	1,461400	6,339300
	6	12	1,141200	6,019200	1,408000	6,286000
	7	7	1,102800	5,980700	1,364400	6,242400
	8	24	0,974700	5,852600	1,315700	6,193700
	9	3	0,949100	5,827000	1,275000	6,152900
10	20	0,923500	5,801400	1,239800	6,117800	

#### **4.2.3 Análisis de repetitividad de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (112 individuos).**

En lupuna con cinco mediciones refleja una buena actitud repetitiva en sus tres caracteres a lo largo del tiempo, con muy buena presión selectiva, buena condición ambiental (**tabla 14**), la precisión selectiva es elevada para los tres caracteres (**tabla 15**). Los recombinantes naturales individuo/planta para lupuna son: para VC y HC (el N° 5), VC y DAP (los números: 18, 25 y 32) y para los tres caracteres (3, 33, 34 y 106) **tabla 16**.

Las ganancias generadas con la selección de los diez primeros individuos del carácter VC varía 0,13 % a 0,23 %, mejorando la media de 0,048725 m<sup>3</sup> a 0,2739 m<sup>3</sup> (valor del primero); las ganancias expresadas en metros de HC varía en términos porcentuales de 1,47 % a 2,28 %, mejorando la media de 2,76 m a 5,03 m (valor del primero); la ganancia en centímetros del DAP varía de 13,60 % a 21,51 %, mejorando de 26,82 cm a 34,73 cm (**tabla 16**).



**Tabla 14: Componentes de variancia (REML individual) de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (112 individuos).**

Componentes de Variancia ( REML Individual )	CARÁCTER		
	VC (m <sup>3</sup> )	HC (m)	DAP (cm)
Vfp	0,002979	0,604927	43,625742
Vet	0,002351	0,139020	15,089474
Vf	0,005331	0,743947	58,715215
<b>r</b>	<b>0,558898 +- 0,0894</b>	<b>0,813132 +- 0,1078</b>	<b>0,743006 + 0,1030</b>
<b>rm</b>	<b>0,863672</b>	<b>0,956057</b>	<b>0,935299</b>
<b>Acm</b>	<b>0,929340</b>	<b>0,977782</b>	<b>0,967109</b>
Media general	0,048725	2,759286	13,220179

**Tabla 15: Eficiencia de uso de cinco medidas de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (112 individuos).**

m	rm	VC (m <sup>3</sup> )		rm	HC (m)		rm	DAP (cm)	
		Precisión	Eficiencia		Precisión	Eficiencia		Precisión	Eficiencia
1	0,558898	0,747595	1,000000	0,813132	0,901738	1,000000	0,743006	0,861978	1,000000
2	0,717043	0,846784	1,132677	0,896936	0,947067	1,050268	0,852557	0,923340	1,071188
3	0,791717	0,889785	1,190196	0,928846	0,963767	1,068788	0,896624	0,946902	1,098523
4	0,835207	0,913896	1,222448	0,945668	0,972455	1,078422	0,920411	0,959381	1,112999
5	0,863672	0,929340	1,243106	0,956057	0,977782	1,084330	0,935299	0,967109	1,121965
6	0,883752	0,940081	1,257473	0,963111	0,981382	1,088323	0,945495	0,972365	1,128063
7	0,898676	0,947985	1,268047	0,968213	0,983978	1,091202	0,952915	0,976173	1,132481
8	0,910204	0,954046	1,276154	0,972076	0,985939	1,093376	0,958556	0,979059	1,135828
9	0,919377	0,958842	1,282568	0,975101	0,987472	1,095076	0,962991	0,981321	1,138453
10	0,926850	0,962730	1,287770	0,977535	0,988704	1,096442	0,966568	0,983142	1,140565

**Tabla 16: Selección de diez individuos de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (112 individuos, BLUP individual)**

CARÁCTER	VALORES GENOTÍPICOS					
	Orden	Individuo	fp	u + fp	Ganancia	Nueva media
VC (m <sup>3</sup> )	1	34	0,2252	0,27	0,2252	0,2739
	2	18	0,2077	0,25	0,2165	0,2652
	3	3	0,1806	0,22	0,2045	0,2532
	4	106	0,1548	0,20	0,1921	0,2408
	5	33	0,1139	0,16	0,1764	0,2252
	6	32	0,1002	0,14	0,1637	0,2125
	7	85	0,0932	0,14	0,1537	0,2024
	8	21	0,0731	0,12	0,1436	0,1923
	9	25	0,0725	0,12	0,1357	0,1844
	10	5	0,0687	0,11	0,129	0,1777
HC (m)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	106	2,2761	5,03	2,2761	5,0354
	2	35	1,6451	4,40	1,9606	4,7199
	3	3	1,5686	4,32	1,8299	4,5892
	4	5	1,5686	4,32	1,7646	4,5239
	5	1	1,3774	4,13	1,6872	4,4464
	6	11	1,2818	4,04	1,6196	4,3789
	7	12	1,2818	4,04	1,5713	4,3306
	8	33	1,2818	4,04	1,5352	4,2944
	9	67	1,2244	3,98	1,5006	4,2599
10	34	1,1479	3,90	1,4654	4,2246	
DAP (cm)	<b>Orden</b>	<b>Individuo</b>	<b>fp</b>	<b>u + fp</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Nueva media</b>
	1	34	21,512	34,73	21,5117	34,7318
	2	18	20,951	34,17	21,2311	34,4512
	3	3	13,562	26,78	18,6746	31,8948
	4	32	12,196	25,41	17,055	30,2751
	5	25	12,084	25,30	16,0607	29,2809
	6	85	12,084	25,30	15,3979	28,6181
	7	98	12,065	25,28	14,9218	28,142
	8	33	11,822	25,04	14,5343	27,7545
	9	106	10,644	23,86	14,102	27,3222
10	20	9,1096	22,33	13,6028	26,823	

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### 5.1 Variables dendrométricas

Con trece años el capinuri alcanzó valores medios de DAP de 13,73 cm con 4,59 m de altura comercial y 0,065 m<sup>3</sup> de volumen comercial en un ecosistema inundable de agua blanca a orillas del río Amazonas; en condiciones naturales la especie *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg alcanza valores muy elevados; sin embargo, se desconoce la edad (para determinarla se aplica la prueba de carbono 14 o el barrenado de Presley). Para esta especie no se reporta otras plantaciones establecidas en zonas inundables de agua blanca o negra en la Amazonía con objeto de ser comparadas.

Caoba tiene valores medios de DAP de 8,26 cm y una altura comercial (HC) de 3,08 m en restinga baja a los 13 años (2016); por su parte (**Aspajo, 2013, p. 44**) menciona que en restinga alta de la llanura aluvial (la inundación no afecta como en restinga baja) la especie reporta valores de 1,468 m de altura total y 3,02 cm de DAP en diez meses; en suelos tipo Ultisoles o terrenos no inundables y en terrazas altas impactados por hidrocarburos los valores medios llegan a 1,89 cm de DAP y 90,80 cm de altura total a los seis meses de evaluación (**Pinedo, 2015, p. 37**); en suelos de origen sedimentario, de textura arcillosa a arcillo-arenosa como el Gleysol, ultisol, inceptisol (suelos de altura) la especie puede lograr en promedio 12,6 cm de DAP y un promedio de altura total de 7,8 m a los 20 años (**Flores, 2010, p. 28**); sin embargo Marie (1949) citado por **Flores (2010, p. 28)** menciona que la especie a una altitud de 250 y 500 msnm el crecimiento a los 20 años es de 20, 25

m de altura y 46,5 cm de DAP. En países como Nicaragua, en una plantación de 7 años a 15 msnm alcanza una altura promedio de 10 m y 11 cm de DAP; en Jamaica a 600 msnm, en suelo residual se obtuvo una altura de 10 m y 15 cm de DAP a los 10 años **Wadsworth (1960) citado por Flores (2010, p. 28)**. En suelos aluviales fértiles hay reportes de crecimiento muy rápidos, con diámetro de 15-20 cm a los 3 años y en sistemas agroforestales ha sido exitoso el establecimiento a una baja densidad de 100 plantas/ha, eliminando malezas periódicamente (**Pennington 2002 citado por Reynel et al 2003, p. 36**).

Lupuna tiene valores medios de DAP (19,57 cm) y HC (3,65 m); sin embargo, (**Claussi et al., 1992, p. 63**) reporta valores de DAP (13 cm) a los siete años de establecida en terraza baja y zona de transición ladera-bajal.

## **5.2 Análisis del modelo básico de repetitividad sin delineamiento (modelo 63).**

### **A) componentes de REML del modelo**

Los valores fenotípicos y genotípicos ( $r$ ,  $r_m$ ,  $A_{cm}$ ) de los caracteres (HC; VC y DAP) de capinuri representan buenos rangos de estimación para seleccionar árboles promisorios en tres mediciones. En caoba dichos valores son de bajos a intermedios, incrementándose paulatinamente y mejorando su proceso en el tiempo. Para la lupuna refleja mejores condiciones para la selección de árboles (**Resende, 2002a, p. 207; Resende, 2007b, p. 84**).

**Oliva y resende (2008, p. 450)** en caracteres de fruta de camu camu obtuvieron valores intermedios de repetitividad individual (0,41) con altos estimativos de  $r_m =$

0,77 y  $A_{cm} = 0,88$  en la quinta cosecha; por su parte **(Pinedo, 2017, p. 7)**, en su estudio reporta que los descriptores con mejores estimativas de repetitividad ( $r \geq 0,30$ ) son peso medio de fruto, grado brix, altura de planta, número de ramas basales y longitud de peciolo de camu camu. En la evaluación de frutos de cacao aromático se obtuvieron un coeficiente de repetitividad baja e intermedia para el carácter grano/árbol con un  $r_m$  alto (0,77) y una precisión alta (0,88) en la tercera cosecha **(Oliva et al., 2014a, p. 59)**. En racimos de fruta fresca de palma aceitera los valores de repetitividad fueron bajos **(0,10)** y altos estimativos de  $r_m$  y  $A_{cm}$  en la cuarta medición **(Oliva et al., 2014b, p. 219)**.

Los valores del coeficiente de repetitividad fueron bajos para dos caracteres de castaña: para números de semilla por planta (0,345 y 0,329) y para peso fresco de semillas por planta (0,2957 y 0,3436) en las regiones de ITA y Cujubim en el estado de Roraima Brasil **(Pedrozo et al., 2015, p. 863)**. Para el carácter producción media diaria de látex seco de shiringa se observó un valor elevado de repetitividad (0,83) con una determinación alta (0,93) y una alta precisión de selección de 0,96 durante tres años consecutivos de cosecha **(Lima et al., 2017, p. 55)**.

### **B) Componentes de selección de individuos promisorios.**

La selección y clonación de los diez genotipos superiores (árboles promisorios) de cada carácter (VC, HC y DAP) de las tres especies forestales (capinuri, caoba y lupuna) deberá propiciar ganancias genéticas que van de 0,70 % a 10,92 %, de 0,004500 % a 1,845600 %, de 0,13 % a 21,51 respectivamente. En investigaciones realizadas por **(Oliva et a., 2008, p. 453)** encontraron ganancias genéticas que varían de 237,5 % a 328,8 % para frutos de camu camu. Sin embargo, en frutos de

cacao aromático las ganancias varían de 124,7 % a 149,1 % **(Oliva et al., 2014a, p. 63)**.

Las ganancias genéticas de frutos de palma aceitera tienen valores que van de 9,36 % a 16,65 % en la Amazonía peruana **(Oliva et al., 2014b, p. 222)**. Las posibles ganancias que generarían los caracteres número de frutos por planta de castaña en la localidad de ITA son de 50,75 % a 100,46 % y en Cujubim varia de 117,28 % a 256,62 %) y peso fresco de semillas por planta (en ITA varia de 8,37 % a 15,02 % y en Cujubim de 14,25 % a 30,76 %) en el estado de Roraima-Brasil **(Pedrozo, 2015, p. 868)**. Por su parte **(Lima et al., 2017, p. 57)** en su estudio encontró excelentes ganancias genéticas que van desde los 299,97 % hasta 617,52 % para el carácter producción de látex seco de shiringa en un periodo de tres años consecutivos.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- ✓ La especie *Swietenia macrophylla* tiene un crecimiento relativamente bajo, sin embargo, con mantenimiento periódico (limpieza de malezas) tiende a mejorar y haciendo seguimiento al barrenador (*Hypsiphylia grandella*),
- ✓ La variación fenotípica permanente entre plantas tiene mayor porcentaje en capinurí y lupuna, permitiéndole valores medios y altos en repetitividad ( $r$ ) y determinación ( $r_m$ ). En caoba se asume que la variación del ambiente (várzea) tiene mayor influencia, de ahí su baja repetitividad.
- ✓ La repetitividad de los caracteres VC, HC y DAP de capinurí fue de intermedia y alta respectivamente, mostrando que la heredabilidad de los caracteres es moderada y alta. En caoba la heredabilidad tiene carácter baja y moderada para HC y para lupuna la heredabilidad del carácter HC es alto.
- ✓ Las variables dendrométricas en comparación con caracteres de fruto y productos no maderables (látex y otros) con otras especies las ganancias genéticas son relativamente bajas.
- ✓ Con la predicción de los 10 árboles promisorios del mejor carácter (DAP) del capinurí se podrá obtener ganancias genéticas que van de 8.29 % a 10.91%, incrementando la media (10.44 cm) a valores mayores (de 18.73 cm a 21.36 cm).
- ✓ La selección de los 10 genotipos superiores según carácter HC de caoba permitirá obtener ganancias que varían de 0.65 % a 1.04 %, elevando la media (2.14 m) a valores que van de 2.79 m a 3.19 m.

- ✓ Las 10 plantas seleccionadas del carácter HC de lupuna permiten generar ganancias que van de 1.47 % a 2.28%, elevando la media (2.76 m) a valores de 4.22 m a 5.03 m.
- ✓ Se obtuvo la recombinación natural triple “VC/HC/DAP” para las tres especies permitiendo seleccionar a los siguientes individuos: con la numeración 84, 88, 4, 3, 57 y 40 para el caso de capinuri, los numerados 10 y 12 fueron para caoba y los de la numeración 3, 33, 34, 106 para lupuna; estas plantas se pueden catalogar como las prometedoras y podrían ser usadas como plantas matrices para futuros estudios de propagación de semilla superior en futuros planes de mejoramiento genético de las tres especies.
- ✓ De acuerdo al presente estudio las variables dendrométricas si son necesarias para poder predecir, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se descarta la hipótesis nula.



## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES**

- ✓ Replicar el trabajo en poblaciones naturales para inferir el comportamiento de los tres caracteres (volumen y altura comercial y diámetro a la altura del pecho: DAP) en bosques primarios. Adicionando la dendrocronología para determinar la edad de las plantas.
- ✓ Para trabajos futuros se recomienda seleccionar plantas en base a tres evaluaciones periódicas para capinurí, cinco para lupuna y siete para caoba.
- ✓ Tener en consideración como futura fuente de semilla a los diez árboles promisorios seleccionados en base a los caracteres (HC, VC y DAP) en el presente trabajo, pues cualquier intervención aplicada para mejorar la producción de las plantas es considerada útil, dado que ya se tiene como base cierta ganancia genética.
- ✓ Implementar un plan de mejoramiento genético de las tres especies forestales en várzea, con miras a la reactivación, conservación y aprovechamiento sostenible de las especies.

## **CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN**

**ABBOTT, L y PISTORALE, S. (2010).** Determinación de componentes de la varianza y heredabilidad en cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl.), 27(2), 115-123.

**ASPAJO, J. (2013).** Establecimiento y evaluación de plantaciones de swietenia macrophylla (caoba) asociados con gliricidia sepium (mata ratón) en los ecosistemas aluviales de Jenaro herrera. Loreto-Perú. Tesis (Ingeniero forestal). Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Escuela de Ingeniería Forestal. 2013. 94 p.

**BALUARTE, J y ALVAN, J. (1995).** Resultados preliminares sobre el crecimiento inicial de especies forestales en áreas inundables. Folia Amazónica. 7 (1-2), 179-185.

**BIODAMAZ. (2004).** Diversidad de vegetación de la Amazonía Peruana expresada en un mosaico de imágenes de satélite. Iquitos : Documento Técnico N° 12. Serie IIAP. Iquitos, Perú. 68 p.

**BIODAMAZ. 2007.** Sistematización de resultados sobre manejo de ecosistemas inundables en el Área Piloto San Miguel-Dos de Mayo. Documento Técnico N° 6. Serie IIAP. Iquitos. 123 p.

**BORRALHO, N.MG (1998)** Predicción de valores de mejora a través de un modelo blup de árboles individuales. Apuntes: Curso mejora genética forestal operativa. Valdivia : s.n. 359-382p.

**CAN. (2007).** Glosario de términos estadísticos. Cuarta reunión de expertos gubernamentales en difusión de la información estadística. Proyecto de cooperación Unión Europea en materia de estadísticas (ASR/AIDCO/2002/0390). Quito-Ecuador. 113 p.

**CLAUSSI, A, MARMILLOD, D y BLASER, J. (1992).** Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 334 p.

**CORNELIUS, J y UGARTE-GUERRA, L. (2010).** Introducción a la Genética y domesticación forestal para la Agroforestería y Silvicultura. Lima, Perú. Centro mundial para la agroforestería (ICRAF). 124 p.

**CUSATIS, A,CH. 2014.** Melhoramento genético e silvicultural de Cedrela fissilis vell. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Floresta. Tese de doutorado UFP- Curitiba. 166 p.

**DAVIDE, A. (1992).** Avaliacao da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica de progenies de Eucalyptus pellita F. Muell, introduzidas da Australia. Dissertação (doutorado em ciências florestais). Universidade federal do Parana. Setor de ciências agrarias, 129 p.

**DIÉGUEZ, U.A; BARRIO, M.A; CASTEDO, F.D; RUIZ A.G; ÁLVAREZ M.T, J ÁLVAREZ, J.G; ROJO A.A (2003).** Dendrometria. Fundacion Conde del Valle Salazar. Ediciones Mundi Prensa. E:T:S de ingenieros de Montes. Ciudad Universitaria. Madrid. 323p

**FLORES, Y. (2010).** Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la amazonía peruana. INIA. 64 p.

**FONT QUER , P. 2001.** Diccionario de botánica. 2001. 1244 p.

**GEZAN, S.P Y TORRES, J.C. (1998).** Metodologías para la determinación del valor de mejora. Apuntes: Curso mejora genética forestal operativa. 310-334..

**GONÇALVES, P; MARTINS, A.L; BARTOLETO, N; UTIDA R. (1995).** Variabilidade dos caracteres estruturais do sistema laticífero da casca em plantas jovens de seringueira. Agropec. Bras. 30(5), 649-656.

**IMAÑA, J. E Y ENCINAS O. B (2008).** Epidometria forestal. Brasilia: universidade de brasilia, departamento de engenharia florestal merida: universidad de los andes, facultad de ciencias forestales. 66 p.

**IMAÑA J.E (2011).** Slides de acompañamiento de la Cátedra Dendrometría. Brasilia. Universidad de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal. 472p.

**IPINZA, ROBERTO, GUTIÉRREZ, BRAULIO y EMHART, VERÓNICA. 1998.** Apuntes: Curso mejora genética forestal operativa. Valdivia : s.n. 471 p.

**JOKER, D Y SALAZAR, R (2000).** Ceiba pentandra (L.) Gaertn. [En línea]. TAXONOMIA Y NOMENCLATURA. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2018] Folleto de semillas N° 22.Costa Rica. Disponible en: <https://sl.ku.dk/rapporter/seed-leaflets/filer/ceiba-pentandra-22.pdf>

**JUNIOR, J.E.P (2004).** REML / BLUP para a análise de múltiplos experimentos. s.l. : Tese (doutorado em agronomia), setor de ciência agrarias, univerisdade federal do parana. 127 p.

**LEXUS (2000).** Diccionario enciclopédico ilustrado. 2000. 1016 p.

**LIMA, W; FIALHO, J; CONCEICAO, L; BRAGA, M; JUNGUEIRA, N; FALEIRO, F; VEIGA, A (2017).** Repetibilidade de producao de borracha e ganhos de selecao em genotipos de pe franco de seringueira em solo do cerrado. En: V Congresso Brasileiro de Heveicultura.. Presentaciones orales. Goias, Brasil. p. 54-58.

**MINAM (2015).** Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.105 p.

**NEBEL, G (2000).** Árbol de la llanura aluvial amazónica *Maquira coriacea* (Karsten) C.C. Berg: Aspectos de ecología y manejo. *Folia amazónica*, 11(1-2), 5-29.

**OLIVA, C y RESENDE, M (2008).** Mejoramiento genético y tasa de autofecundación del camu-camu arbustivo en la Amazonía peruana. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30(2): 450-454.

**OLIVA, M. V, PEREZ, D.C; VACALLA, F.O; TUCTO, A. C (2012).** Selección de especies forestales nativas para fuente de semillas para reforestación en molinopampa. IIAP/OIMT. Chachapoyas : s.n. 12 p.

**OLIVA, C, BENITO J, ACUÑA A, BOCANEGRA R, BALTAZAR J (2014a).** Estimación de la repetitividad y selección genética de árboles de cacao aromático con material genético de EE-INIA-San Martin y de la UC de Lebuaf, en Perú.universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. *Scientia Agropecuaria*. 5, 59 – 64.

**OLIVA, C; CHURA, J; PINEDO, H (2014b).** Selección genética de plantas elites de palma aceitera, utilizando software SELEGEN REML/BLUP. *Scientia Agropecuaria* 5, 219 - 224.

**ONERN. 1995.** Oficina Nacional de Evaluación de recursos naturales. Mapa ecológico del Perú. Lima-Perú. 236 p.

**PAREDES, R.E (2005).** Informe técnico. 11 p.

**PEDROZO, C.A, TONINI, H; RESENDE, M.D.V; JORDAO S.M.S (2015).** Repeatability of fruits and seeds production and selection of brazil nut genotypes in native populations in roraima. *Árvore*. 9(5), 863-871.

**PEREIRA, P (2018).** Caracterização da variabilidade genética de *Euterpe edulis* (arecaceae) do espírito santo para a produção de frutos. Tese (Doutorado em biologia vegetal). Universidade federal do espírito santo. Centro de ciências humanas e naturais. 113 p.

**PINEDO, V.J.M (2015).** Reforestación en suelos impactadas por las actividades petroleras en la zona de canteras km 74 shiviyacu lote 1ab, en la zona de andoas. loreto – peru. Tesis (Ingeniero forestal). Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Escuela de Ingeniería Forestal. 55 p.

**PINEDO, P (2017).** Seleção de Genótipos superiores em coleções ex situ de Camu-Camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] da Amazonía Peruana. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia). Universidade Federal de Roraima. Programa Pós Graduação em Biodiversidade e Biotecn. 141 p.

**RAE. (2020).** [En línea] . Diccionario de la lengua española. [Fecha de consulta: 13 de abril del 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/promisorio..>

**RAMOS-HUAPAYA, A.E y DOMINGUEZ, T.G (2016).** Selección de árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) como candidatos a árboles “plus” para ensayos de rejuvenecimiento y brotación. *Ecol. Apl.* 15 (2), 115-123.

**RESENDE, M.D.V (2002a).** Genética Biométrica e Estadística no Melhoramento de Plantas Perenes. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica. 975 p.

**RESENDE, M.D.V (2002b).** Análisis estadística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes. Colombo: Embrapa Florestas. documentos, 47. 101p.

**RESENDE, M.D.V (2006).** Software Selegen-REMUBLUP. Documentos EMBRAPA. Campo Grande. 299 p.

**RESENDE, M.D.V (2004).** Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo. colombo: Embrapa florestas 57, 1679-2599.

**RESENDE, M.D.V y OLIVEIRA, E.B (1997).** Sistema "SELEGEN" – Seleção Genética Computadorizada para o Melhoramento de Espécies Perenes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 32(9), 931-939.

**RESENDE, M. D. V (2007a).** Matemática e estadística na análise de experimento genético. colombo: embrapa florestas. 362p

**RESENDE, M. D. V (2007b).** Software Selegen-REML/BLUP: sistema estatístico e selección genética computarizada via modelos lineales mistos. Colombo: Embrapa Florestas, p. 359

**REYNEL, C., PENNINGTON, R., PENNINGTON, T., FLORES, C.& DAZA, A (2003).** Árboles útiles de la amazonía peruana y sus usos, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Botanic Gardens Edinburgh e ICRAF. 537 p.

**ROSA, J.R.B.F y GARCIA, A.A.F. 2015.** Introdução ao Estudo dos Modelos Lineares (Fixos e Mistos). Série Técnica IPEF. 22(18), 18-29.

**STURION, J y RESENDE, M.D.V (2000)** Selección para masa foliar em erva-mate com base no coeficiente de repetibilidade. Ministerio de agricultura e do abastecimento. Comunicado técnico. EMBRAPA. 40, 1-3.

**SERFOR (2015).** Ley forestal y de fauna silvestre N° 29763 y sus reglamentos. 2015. 345 p.

**SERFOR (2016<sup>a</sup>).** Servicio Nacional Forestal. Primer Informe Parcial del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 268p.

**SERFOR (2016<sup>b</sup>).** Lineamientos para la Elaboración del Plan General de Manejo Forestal para Concesiones Forestales con fines Maderables. Resolución de Dirección Ejecutiva N°46. República del Perú. 54p

**SOTELO, M. C; VIDAURRE, H; WEBER, J.C; SIMONS, A; DAWSON, I (2000).** Domesticación participativa de árboles agroforestales en la Amazonía peruana-



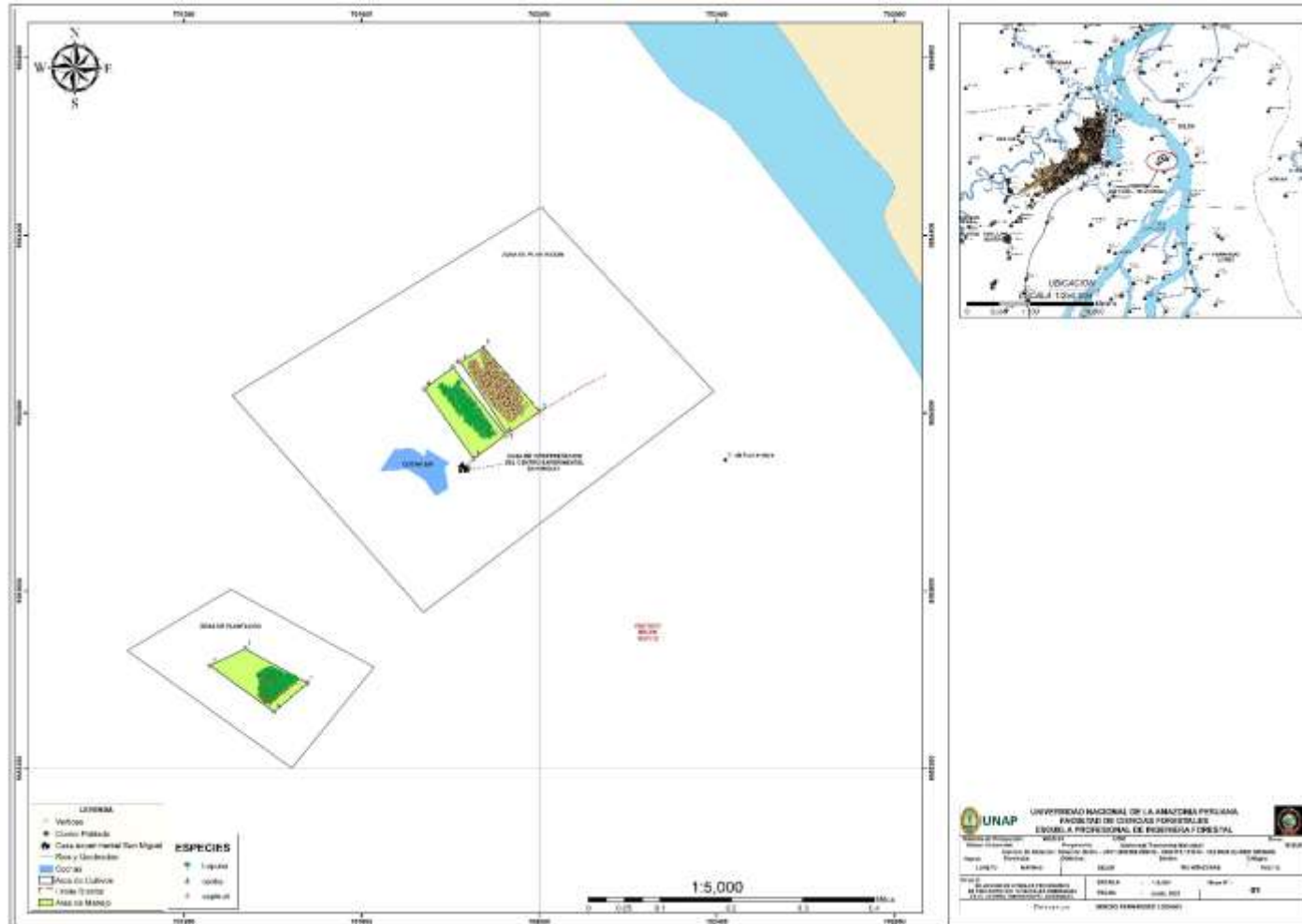
promoviendo la conservación de recursos genéticos arbóreos y el desarrollo económico. s.l. : Congreso Forestal Latinoamericano.. 3(1-3). 10p.

**VÁSQUEZ, R. 1997.** Florura de las reservas biológicas de Iquitos. Missouri botanical garden, p. 938 .

**TCA (1994).** Experiencias agroforestales en la cuenca amazónica. Tratado de cooperación Amazónica. 2013 P.

**VALE, E.H (2012)** Desempenho de progênies de irmãos completos de cajueiro-anão-precoce. [ed.] Universidade Federal do Ceará. s.l. : Dissertação (mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Centro de Ciências Agrárias. 67 p

## Anexo 1: Mapa de ubicación de las tres especies forestales



## Anexo 2: Limpieza e identificación de fajas



a) Faja sin limpiar b) Faja de Caoba c) Faja de Capinuri d) Faja de Lupuna.

### Anexo 3: Constancia de verificación e identificación de las especies



**UNAP**

*Herbarium Amazonense - AMAZ*  
Centro de Investigación de Recursos Naturales

## CONSTANCIA N° 14

LA COORDINADORA DEL HERBARIUM AMAZONENSE, AMAZ-CIRNA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

#### HACE CONSTAR:


Que, las muestras botánicas presentadas por el Estudiante: **SERGIO FERNÁNDEZ LOZANO**; de la Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal; son parte de la Práctica Pre Profesional III titulada: **"EVALUACIÓN SILVICULTURAL DE CINCO ESPECIES FORESTALES *Cedrela odorata* L.; *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.; *Maquira coriacea* (H. Karst.) C.C. Berg.; *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.; *Swietenia macrophylla* King; EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAN MIGUEL - RÍO AMAZONAS BELÉN - PERÚ"**. Las cuales fueron verificados e identificados en este Centro de Enseñanza e Investigación AMAZ, CIRNA-UNAP, que a continuación se indican:

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
"cedro colorado"	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE
"capirona colorado"	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	RUBIACEAE
"capinuri"	<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	MORACEAE
"lupuna"	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	MALVACEAE
"caoba"	<i>Swietenia macrophylla</i> King	MELIACEAE

Se expide la presente constancia al interesado para los fines que se estime conveniente.

Iquitos, 12 de Marzo del 2014

Atentamente,

  
Blga. FELICIA DÍAZ JARAMA  
Coordinadora, AMAZ-CIRNA-UNAP



#### Anexo 4: Árbol de las tres especies forestales



**a)** *Maquira coriácea* (H. Karst.) C. C. Berg **b)** *Swietenia macrophylla*  
King **c)** *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn