



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

**Estimación del potencial para manejo de semillas de  
caoba (*Swietenia macrophylla* King) en tres  
comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú**

por

Joe Sixto Saldaña Rojas

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado  
como requisito para optar por el grado de

*Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques  
Tropicales y Biodiversidad

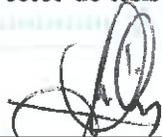
Turrialba, Costa Rica, 2015

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

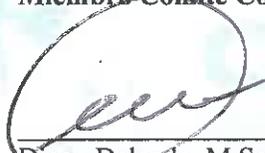
**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

**FIRMANTES:**

\_\_\_\_\_  
Sven Günter, Ph.D.  
Director de tesis



\_\_\_\_\_  
Francisco Mesén, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



\_\_\_\_\_  
Diego Delgado, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero



\_\_\_\_\_  
Fernando Carrera, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero



\_\_\_\_\_  
Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
Decano Programa de Posgrado



\_\_\_\_\_  
Joe Sixto Saldaña Rojas  
Candidato

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis primero a Dios, quien me dio la oportunidad de avanzar en lo profesional y me inspiró para la conclusión de la maestría y de esta investigación. A mis padres Sixto y Francisca, quienes me dieron vida, apoyo y consejos; además, porque sin ellos no sería el ser humano que soy ahora. A mis hermanos Lady, Yoli, Valeria, Diego, Adriana, María y Jimena, por ser más que hermanos, amigos que me apoyaron siempre en cada momento, y a Lleni a quien encontré recientemente y forma ahora parte de mi vida. A mis tíos Ladi, Yoli y Ricardo por sus valiosos consejos durante mi vida. A mis compañeros de estudio, amigos y profesores, porque sin su ayuda no hubiera podido avanzar hasta el término de esta investigación. A todos los pobladores de Purús que me abrieron las puertas de sus casas para llevar a cabo esta investigación. Finalmente a mis abuelitos que ya no se encuentran conmigo y están en la gloria de nuestro Señor. A todos ellos les agradezco infinitamente desde el fondo de mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Organización de los Estados Americanos (OEA), por otorgarme la beca de estudios para realizar la maestría en CATIE.

A WORLD WILDLIFE FUND, a través de las becas USAID, por el apoyo económico brindado en la fase de campo de la tesis para trabajar en Purús; especialmente al biólogo José Luis Mena, encargado del proyecto que me brindó esta oportunidad.

A mi profesor consejero Ph.D. Sven Gunter, por la concepción de esta interesante propuesta de trabajo en Purús y su apoyo incondicional hasta la redacción final de este documento.

A los miembros del comité, especialmente a Fernando Carrera por su consejería y valiosos aportes, a Sergio Vílchez y Alejandra Ospina por el gran apoyo en los análisis estadísticos.

Al Sr. Emilio Montes Bardales, representante de la FECONAPU. A los ayudantes de campo en Purús, Jeremías Montes en Puerto Esperanza, Paulo Conshico, Lupe Conshico y Euclides López, en la comunidad de Santa Margarita; Manuel Prado, César Quirino, Bebcó Pedro, Moisés Prado, Francisco Quirino e Inés Roque en la comunidad de Nueva Luz; Carlos Nobrega, Francisca Nobrega de la comunidad de Pozo San Martín y Diana Landauro del INEI.

A los representantes de las instituciones en Purús, como el señor Rafael del Águila, presidente de ECOPURUS, a la ingeniera Karen Lino de APECO, al ingeniero Rafael Pino, Jefe de la Reserva Comunal Purús, biólogo Max Villacorta de la WWF. En Pucallpa al ingeniero Serafín Filomeno, encargado del proyecto PROBOSQUES del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y Wilson Saldaña por su apoyo en la evaluación de las semillas en vivero.

En CATIE a todas aquellas personas que laboran en la parte administrativa por su amable atención y por brindarme su valioso apoyo.

A Sandra Escobar, por acompañarme y permitirme disfrutar de maravillosos momentos de nuestra estancia en CATIE.

A mis compañeros de promoción 2013-2014, "los patacones" César Caraguay, Gladis Huanca, César Mendoza, Rogelio Villareyna y Carlos Villanueva, más que amigos, mis hermanos del alma. A Julia Baumgartner por la traducción del documento.

A Catty Samaniego por sus valiosos consejos y apoyo en los momentos difíciles.

A toda mi familia entera por haberme apoyado durante mi desarrollo profesional, los quiero, los adoro y significan mucho en mi vida.

Finalmente gracias a todos aquellos que de una u otra manera aportaron para que este logro se cristalice.

## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en la ciudad de Iquitos, el 18 de junio de 1980. Cursó sus estudios en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, y obtuvo el título de Ingeniero Forestal en el 2005. Participó como colaborador de campo en diversos proyectos en la Amazonía. Durante 3 años, desde el 2004, apoyó la tesis doctoral de una estudiante de la Universidad de Cornell University en la dispersión de semillas por peces frugívoros en los bosques inundables de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. En el 2007 colaboró con la investigación de los doctores Thomas Kursar y Phillis Coley de University of Utah *About the evolutionary ecology and physiology of tropical rainforest plants, their interactions with herbivores, and their adaptations to light and water stress*. En el 2008, gracias a una beca del AECID, participó en el Seminario Internacional: Gestión adaptativa de las áreas protegidas de Iberoamérica ante el cambio global en Cartagena de Indias-Colombia. En el 2009 trabajó en extensión rural comunitaria acerca de las TIC en el Instituto de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones. En el 2011 laboró en monitoreo ambiental en Servicios Analíticos Generales. En el 2012 obtuvo una beca de la Organización de los Estados Americanos OEA para cursar sus estudios de postgrado en el 2013, en la Maestría Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
BIOGRAFÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IIX
ÍNDICE DE CUADROS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	XIVV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT .....	XVI
1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.- JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2.- OBJETIVOS DE ESTUDIO .....	3
1.2.1.- Objetivo general.....	3
1.2.2.- Objetivos específicos .....	3
1.3.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
2.- MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1.- DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DE LA "CAOBA" <i>SWIETENIA MACROPHYLLA</i> KING (MELIACEAE) .....	5
2.2.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	6
2.3.- PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS .....	7
2.4.- CALIDAD FÍSICA Y GERMINACIÓN .....	7
2.5.- ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	7
2.6.- USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	7
2.7.- CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE CAOBA .....	8
2.8.- CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA DE SEMILLAS DE CAOBA .....	9
2.9.- GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CAOBA .....	10
3.- LITERATURA CITADA.....	13
4.-ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN .....	19
ARTÍCULO 1. PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE ÁRBOLES DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ .....	19

1.- INTRODUCCIÓN .....	19
2.- ÁREA DE ESTUDIO .....	20
3.- METODOLOGÍA .....	22
3.1.- PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE LOS ÁRBOLES DE CAOBA CERCANOS A LAS TRES COMUNIDADES INDÍGENAS DEL PURÚS .....	22
3.2.- EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS SOBRE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE SEMILLAS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS .....	23
3.2.1.- Porcentaje de Pureza .....	24
3.2.2.- Determinación de la humedad .....	24
3.2.3.- Ensayo de germinación .....	25
3.3.- ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMILLAS PROVENIENTES DE 28 ÁRBOLES SEMILLEROS.....	25
3.4.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	26
4.- RESULTADOS .....	26
4.1.- UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES DE CAOBA .....	27
4.1.1.- Descripción de los rangos diamétricos de los individuos de caoba .....	29
4.1.2.- Relación del DAP, altura comercial y total de los individuos de caoba .....	31
4.1.3.- Calidad fenotípica de los árboles de caoba .....	31
4.2.- ESTADO FENOLÓGICO Y FITOSANITARIO DE LAS CAOBAS.....	33
4.3.- POTENCIAL ESTIMADO DE PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS POR COMUNIDAD .....	36
4.4.- PORCENTAJE DE PUREZA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS .....	37
4.5.- EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS .....	37
4.6.- ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMILLAS PROVENIENTES DE 28 ÁRBOLES .....	39
5.- CONCLUSIONES .....	41
6.- RECOMENDACIONES.....	42
7.- BIBLIOGRAFÍA .....	42
8.- ANEXOS .....	49

ARTÍCULO 2. APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ.....	56
1.- INTRODUCCIÓN .....	56
2.- ÁREA DE ESTUDIO .....	57

3.- METODOLOGÍA .....	58
3.1.- ESFUERZO DE TRABAJO EN EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	58
3.2.- PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA COSECHA DE LAS SEMILLAS .....	58
3.3.- ENSAYO DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS POR MÉTODOS DE COSECHA .....	62
3.3.1.- Diseño experimental .....	63
3.5.- ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE LA COSECHA DE SEMILLAS CON MADERA ASERRADA .....	63
3.6.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	64
4.- RESULTADOS.....	64
4.1.- ESFUERZO DE TRABAJO PARA LA COSECHA DE LOS FRUTOS DE CAOBA .....	64
4.1.1.- Las semillas y árboles son escasos o abundantes .....	65
4.1.2.- La forma de aprovechamiento de las semillas .....	65
4.1.3.- Tiempo que realizan la cosecha de las semillas .....	65
4.1.4.- Forma de garantizar una producción racional de las semillas .....	66
4.1.5.- Aprovechamiento y beneficio de la cosecha de las semillas .....	66
4.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS COSECHADOS POR COMUNIDAD Y MÉTODO DE RECOLECTA .....	67
4.3.- DISTANCIAS Y TIEMPOS DE RECORRIDO HASTA LOS ÁRBOLES SEMILLEROS DE CAOBA .....	69
4.4.- GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE COSECHA.....	70
4.5.- ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE LA COSECHA DE SEMILLAS CON MADERA ASERRADA .....	73
5.- CONCLUSIONES .....	75
6.- RECOMENDACIONES.....	76
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	77
8.- ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural de *Swietenia macrophylla* en América (Acosta 2011).....5

### ARTÍCULO 1

Figura 2. Ubicación de la zona de estudio en la provincia de Purús. Los círculos rojos indican la ubicación de las comunidades estudiadas.....21

Figura 3. Árbol de caoba con fuste recto en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....28

Figura 4. Rangos diamétricos de los individuos de caoba encontrados en la zona de estudio.....30

Figura 5. Rangos diamétricos de los individuos de caoba por comunidad encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.....30

Figura 6. Biplot resultado del análisis de componentes principales de las variables DAP (Dap\_m), altura comercial (AC), altura total (AT) de los árboles de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....31

Figura 7. Agrupamientos basados en la calidad fenotípica de 48 árboles de caoba en tres comunidades indígenas del Purús.....32

Figura 8. Biplot de la relación de los indicadores de calidad con los grupos identificados en el análisis de conglomerado. ....33

Figura 9. Árbol de caoba con frutos en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....35

Figura 10. Árbol de caoba con presencia de abejas melíferas en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....35

Figura 11. a. Fruto de caoba inmaduro afectado por loros y guacamayos. b. Columela en estado de pudrición con presencia de larvas en la comunidad de Nueva Luz, Purús, Ucayali.....36

Figura 12. Porcentaje de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos provenientes de las características fenotípicas de los árboles de caoba en Purús, Ucayali.....38

Figura 13. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba provenientes de las características fenotípicas de los árboles.....39

## ARTÍCULO 2

Figura 14. Ubicación de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en la provincia de Purús, Ucayali, Perú.....	58
Figura 15. Subidor escalando árbol de caoba en la comunidad de Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....	61
Figura 16. Métodos de cosecha de los frutos para la obtención de las semillas utilizadas en los ensayos de germinación.....	62
Figura 17. Análisis de correspondencia de las entrevistas sobre las características de la cosecha de las semillas realizadas por los pobladores de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....	66
Figura 18. a. Siembra de las semillas de caoba por tratamiento. b. Germinación de las semillas en el vivero del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en Pucallpa, Ucayali.....	69
Figura 19. Porcentaje de semillas germinadas utilizando diferentes métodos de cosechas en tres comunidades del Purús.....	71
Figura 20. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por método de cosecha.....	72
Figura 21. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por comunidad.....	72

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Preguntas guías para la investigación según objetivo planteado.....4

### **ARTÍCULO 1**

Cuadro 2. Parámetros de evaluación fenotípica de los árboles para la recolección de semillas (Ordoñez 2001).....23

Cuadro 3. Características de los árboles de caoba ubicados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....28

Cuadro 4. Potencial de producción de frutos y semillas de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....37

Cuadro 5. Beneficios de la cosecha de 28 árboles semilleros en tres comunidades de Purús, Ucayali.....40

### **ARTÍCULO 2**

Cuadro 6. Tiempos, equipos y costos de materiales por método de cosecha necesarios para la colecta de semillas de caoba en Purús.....59

Cuadro 7. Equipo de alpinismo necesario para la cosecha de las semillas en Purús.....30

Cuadro 8. Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....68

Cuadro 9. Distancias y tiempos de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín necesarios para llegar a los semilleros de caoba.....69

Cuadro 10. Comparación de los beneficios de la cosecha de semillas y el aprovechamiento de los árboles de caoba en Purús, Ucayali.....74

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

### **ARTÍCULO 1**

Anexo 1.- Características fenotípicas de las caobas en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....	49
Anexo 2.- Características fenotípicas de los 28 árboles considerados como semilleros en las comunidades de Purús, Ucayali, Perú.....	50
Anexo 3.- Correlación de las variables DAP y Altura total de los árboles en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú .....	51
Anexo 4.- Análisis de componentes principales (Matriz de correlación) en relación con la edad, altura comercial y total de los individuos de caoba.....	51
Anexo 5.- Análisis de varianza para los grupos de calidad fenotípica de los individuos de caoba .....	52
Anexo 6.- Tabla de contingencia de los grupos de calidad fenotípica por comunidad .....	52
Anexo 7.- Modelos lineales generalizados mixtos para características fenotípicas en la germinación de semillas.....	53
Anexo 8.- Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas.....	54
Anexo 9.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles identificados como semilleros en Purús.....	55

### **ARTÍCULO 2**

Anexo 1.- Encuesta para el esfuerzo de aprovechamiento de las semillas de caoba.....	80
Anexo 2.- Resultado del análisis de contingencia para el esfuerzo de trabajo en la cosecha de los frutos de caoba.....	81
Anexo 3.- Correlación de las variables largo, ancho y peso de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú.....	86

Anexo 4.- Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú.....	87
Anexo 5.- Análisis de varianza de las variables distancia y tiempo de las comunidades hacia los árboles de caoba.....	89
Anexo 6.- Modelos lineales generalizados mixtos para los métodos de cosecha de semillas.....	90
Anexo 7.- Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas.....	92

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

ACP	Autoridad del Canal del Panamá
ADAR	Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural
APC	Área de Proyección de Copa
APECO	Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
Bh-T	Bosque Húmedo Tropical
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
DAP	Diámetro a la Altura del Pecho
DN	Diámetro normal. Diámetro del árbol a 1,30 m de la base
ECOPURUS	Conocimiento Ancestral para el Desarrollo Sostenible
EIA	Environmental Investigation Agency
ESNACIFOR	Escuela Nacional de Ciencias Forestales
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
ISTA	Asociación Internacional de Ensayos de Semillas
ITTO	Organización Internacional de Maderas Tropicales
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales
ONG	Organización No Gubernamental
POA	Plan Operativo Anual
PROECEN	Proyecto de Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

## RESUMEN

En la provincia de Purús, en la región Ucayali, en Perú, se encuentran asentadas comunidades indígenas que conservan en sus territorios unos de los últimos remanentes naturales de caoba *Swietenia macrophylla*. Estas poblaciones tomaron la iniciativa de realizar un manejo sostenible de las semillas, con el fin de asegurar la protección de este recurso, y al mismo tiempo de fomentar actividades que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las familias. No obstante, la escasa información y el poco conocimiento sobre técnicas para el manejo adecuado de las semillas han afectado sus actividades productivas. Los objetivos de esta investigación fueron: i) determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba, ii) evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas, iii) conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas, iv) determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de las semillas.

Se registraron datos de las características fenotípicas y dasonómicas de los individuos de caoba. Las semillas fueron cosechadas utilizando diferentes métodos de aprovechamiento y luego sometidas a ensayos de calidad para determinar los porcentajes de pureza y humedad, así como la germinación de las mismas. Se encontraron individuos con buenos diámetros (>90 cm), forma de fuste recto (64%), copas buenas (88%) que reunirían condiciones para ser árboles semilleros. De todos los árboles registrados, solo el 52% tuvieron frutos. Se cosecharon 95 frutos de 11 árboles, equivalentes a 4545 semillas con un peso de 2,27 kilos. Los frutos tuvieron en promedio un largo de 17,40 cm y ancho de 8,98 cm; el peso promedio de los frutos fue de 468,35 g con rangos entre 156 y 823 g, y el número promedio de semillas por fruto fue de 48. El porcentaje promedio de germinación encontrada fue de 64%, con máximos y mínimos que variaron entre 78% y 34,7%. La germinación de las semillas fue mayor según la procedencia y el método de cosecha utilizado ( $F=52,88$ ;  $p<0,0001$ ).

Cosechar semillas de la copa del árbol requiere mayor inversión económica y tiempo, pero se puede disponer de la cantidad de frutos necesarios. Una semilla requiere de 18 días para iniciar la germinación, y esta concluye en 30 días. Los beneficios que se pueden obtener de la caoba podrían ser mayores si las comunidades deciden dejar los árboles en pie, puesto que no solo se obtienen ingresos económicos por la cosecha de las semillas cada año, también contribuyen a conservar el hábitat y los ecosistemas para el desarrollo de otras especies.

**Palabras clave:** Caoba, características fenotípicas, semillas, métodos de cosecha, Purús.

## ABSTRACT

In the province of Purus, in the Ucayali region in Peru, indigenous communities live and conserve one of the last remaining natural mahoganies, *Swietenia macrophylla*, in their territory. These communities have taken the initiative to sustainably manage the seeds in order to ensure the protection of this resource, and at the same time, promote activities that contribute to improving the life quality for their families. However, little information and little knowledge about techniques for proper seed management have affected their productive activities. The objective of this study was to evaluate the productive potential of natural populations of mahogany for seed management in three indigenous communities of Purus.

Phenotypic data on characteristics and dasonomic mahogany individuals were recorded. Seeds were harvested using different harvest methods and then subjected to quality tests to determine the percentages of purity and moisture and germination thereof. Individuals with good diameter (>90 cm), straight shafts (64%), and proper crowns (88%) were found that had the characteristics needed to serve as seed trees. Of the total registered trees, only 52% contained fruit. Ninety five fruits were harvested from 11 fruit trees, equivalent to 4545 seeds, which weighed 2,27 kilos. The fruits had an average length of 17,40 cm and 8,98 cm width; average fruit weight was 468,35 g with ranges between 156 and 823 g and the average number of seeds per fruit was 48. The average germination percentage found was 64%, with maximum and minimum rates that varied between 78% and 34,7%.

In the analysis of seed germination, no significant difference between harvesting methods were found ( $p=0,5149$ ), since harvesting seeds from the crown of the tree, collecting them from the soil and the meshes statically in terms of viability mean the same thing, but if it is analyzed from another perspective in terms of the investment required, such as harvest type and the time, there would be a stark difference. One seed requires 18 days to germinate, concluding in 30 days. The benefits to be gained of mahogany could be higher if communities decide to leave the trees standing, not only to get income for the harvest of the seeds each year, also help to preserve the habitat and ecosystems for development of other species .

**Keywords:** mahogany, phenotypic characteristics, harvesting methods, seeds, Purus.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas complejos que albergan una amplia biodiversidad, gran parte de la cual está constituida por productos forestales maderables y no maderables, y se refieren a una serie de especies silvestres que tradicional e históricamente han sido utilizados para la alimentación, medicina, industria y elaboración de artesanías. Estos recursos provenientes del bosque son el sustento principal y son considerados indispensables en la vida cotidiana de las poblaciones rurales (Swaine y Whitmore 1988; CATIE– UICN 1995; Wong y Kisrti 2001).

La creciente demanda por la obtención de productos forestales maderables y su alto valor en el mercado ha conllevado a diezmar las poblaciones naturales de muchas especies en los bosques tropicales, tal es el caso de la caoba *Swietenia macrophylla*, árbol maderable de gran interés económico en el Perú y a nivel de los neotrópicos (Mayhew y Newton 1998; Marmillod 2007; Synnott 2009). Por ello, ha sido objeto de una intensa actividad de extracción por los madereros que se ha multiplicado durante los últimos años, debido al alto precio alcanzado en el mercado internacional (Brown et al. 2003). La corta anual permisible, de acuerdo con los índices establecidos en diversos estudios, podría estar superando las posibilidades de recuperación de las poblaciones naturales y comprometiendo significativamente su futuro, situación que se ve agravada por la actividad de tala ilegal, en perjuicio de la ecología y economía del sector forestal (UNALM 2009).

En 2005 las estadísticas oficiales mostraron que Perú exportó 45,000 metros cúbicos de caoba hacia Estados Unidos, casi veinte veces lo exportado en 1992. De acuerdo con estimaciones de World Wildlife Fund, esta cifra equivale a un total de 50,000 árboles talados (INFOSUR 2015). Las organizaciones ambientales e incluso algunas autoridades gubernamentales estiman que cerca del 90% de esa madera es de procedencia ilegal, por lo cual, se debe hacer mayores esfuerzos para su conservación.

Actualmente, la caoba es una especie protegida por el Estado peruano mediante normas legales debido a la fuerte explotación que ha sufrido, y queda un número reducido de individuos en bosques fragmentados que podrían estar sufriendo procesos de endogamia (Acosta 2011). Además, la caoba fue incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES 2005) apéndice II, dada la actual explotación en Sudamérica. Los impactos ocasionados a su hábitat han conducido a que esta especie se encuentre amenazada (Patiño 1997; Grogan et al. 2002), además el ataque de *Hypsipyla grandella*, plaga que puede atacar varias estructuras de los árboles (follaje, fuste y frutos), pero su mayor daño consiste en la perforación de los brotes nuevos, y especialmente del brote principal. Todo esto ha motivado a tomar medidas para un mejor manejo, ordenación, caracterización de sus recursos genéticos existentes, e investigaciones relacionadas con sus posibilidades de mejoramiento (Navarro 1999; Pennington 2002; Reynel et al. 2003).

La caoba se encuentra presente en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, no tolera las sequías prolongadas. Es una especie con tendencia a heliófita que forma

agrupamientos, presentes en bosques disturbados hasta condiciones primarias. En sus primeros estadios requiere de mucha luminosidad (Lombardi 2014). Se reproduce por medio de semillas, pero se desconoce su capacidad para reproducirse por vía asexual (PROECEN 2000). Las medidas de manejo sostenibles van encaminadas hacia los planes de manejo en áreas de aprovechamiento otorgadas por el Estado y la importancia que cumplen las áreas protegidas para la conservación de esta especie (Calvo 2000).

A lo largo del río Purús, en la región Ucayali en Perú, se encuentran asentadas comunidades indígenas que poseen unos de los últimos remanentes naturales de *S. macrophylla*. Estos pobladores tomaron la iniciativa de realizar actividades sostenibles como el manejo de las semillas para mejorar la calidad de vida de sus comunidades al asegurar la conservación de este recurso. No obstante, la escasa información y falta de técnicas para el manejo adecuado han afectado la producción de las mismas.

Realizar estudios más profundos acerca de esta especie, por ejemplo, las semillas, ponen de manifiesto la necesidad de investigar y encontrar mecanismos que nos permitan hacer una caracterización confiable, mediante la estimación precisa de indicadores que describan tanto su calidad como la obtención de información sobre las características fenotípicas que puedan brindar sus rodales naturales. Además, podría permitirles a los indígenas conservar su ecosistema, mantener un banco de germoplasma *in situ* e incrementar sus ingresos económicos a través de la cosecha sostenible de semillas.

### **1.1.- Justificación**

La caoba es una de las especies más explotadas en el bosque húmedo tropical, debido a su gran importancia económica en los mercados nacionales e internacionales, lo cual ha conllevado a una disminución de las poblaciones naturales ocasionada por una intensa tala ilegal y repercute negativamente en los ecosistemas (Cerdán 2007; Acosta et al. 2012). Además, el incremento de actividades agropecuarias locales de subsistencia, los procesos de colonización no planificada, la tala selectiva y la escasez de técnicas que permitan un adecuado manejo, representan una seria amenaza para las poblaciones en los bosques naturales. Por esta razón, el CITES ha incluido a la caoba en el apéndice II, normando a los gobiernos a controlar la tala, cuya madera es utilizada en la manufactura de muebles finos, y autoriza su comercio solo en la medida que no comprometa la existencia de esta especie (Rodan y Blundell 2003).

El interés actual de las organizaciones no solo se dirige a conservar la caoba, sino en los impactos que puedan generarse por su extracción. Esto ya que muchas personas como los indígenas dependen de los ecosistemas boscosos para su supervivencia, pues les brindan abrigo y alimento.

La realización de estudios tendientes a un mejor conocimiento sobre aspectos más detallados de su ecología y las características fenotípicas de sus rodales semilleros podrían permitirles a los pobladores mejorar la calidad y cantidad de las semillas durante la época de cosecha. Conocer el esfuerzo que realizan en el aprovechamiento de las semillas es necesario para establecer pautas en su dinámica de cosecha, igualmente el

mejor método para garantizar la calidad de las semillas en el momento de la recolecta les permitiría optimizar sus ingresos y conservar material disponible para la propagación. Con la información obtenida, se puedan elaborar y plantear alternativas que ayuden a desarrollar las metodologías adecuadas para conservar el pool genético a través de bancos de germoplasma y mejorar la calidad de vida de estas poblaciones.

## **1.2.- Objetivos de estudio**

### **1.2.1.- Objetivo general**

Evaluar el potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú.

### **1.2.2.- Objetivos específicos**

- Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de árboles de caoba en bosques cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús.
- Evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.
- Conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas.
- Determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de semillas.

### 1.3.- Preguntas de Investigación

Cuadro 1. Preguntas guías para la investigación según objetivo planteado

<b>Objetivo general:</b> Evaluar el potencial para manejo de semillas de caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Preguntas de investigación</b>
• Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús.	¿Cuántos árboles conocen los pobladores cercanos de la zona de estudio?
	¿Cuáles son las características fenotípicas de estos árboles?
• Evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.	¿Cómo los parámetros fenotípicos influyen en la calidad y cantidad de semillas de caoba?
• Conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas.	¿Cuál es el esfuerzo de trabajo realizado por parte de los pobladores en la cosecha de las semillas?
• Determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de semillas.	¿Cuáles métodos de cosecha presentan mejor respuesta en el ensayo de germinación de semillas?

## 2.- MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.- Distribución y hábitat de la "caoba" *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae)

El rango de distribución de la caoba comprende desde el sur de México pasando por Belice, la costa Atlántica de Guatemala, Honduras, Nicaragua y el norte de Costa Rica, luego en el Pacífico de Panamá, Atlántico de Colombia, Venezuela, en la Amazonía Peruana, Boliviana y Brasileña (figura 1). La familia de la caoba incluye cerca de 50 géneros y 1000 especies (Navarro 1999). Se encuentra desde la latitud 20° N. Se desarrolla en tierra bajas entre los 9 y 1500 msnm de altitud. Entre 1250 y 1500 msnm alcanza un mejor nivel de desarrollo con precipitaciones que oscilan entre 1640 y 3000 mm y temperaturas mayores de 24 °C; no soporta las heladas. Crece en diversos tipos de suelos, aunque prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica; su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco-arenosos o arcillosos, fértiles, de origen calizo o aluvial, con buen drenaje interno y externo, un pH entre 6,9 y 7,7 y con pedregosidad baja o nula (CATIE 2000).

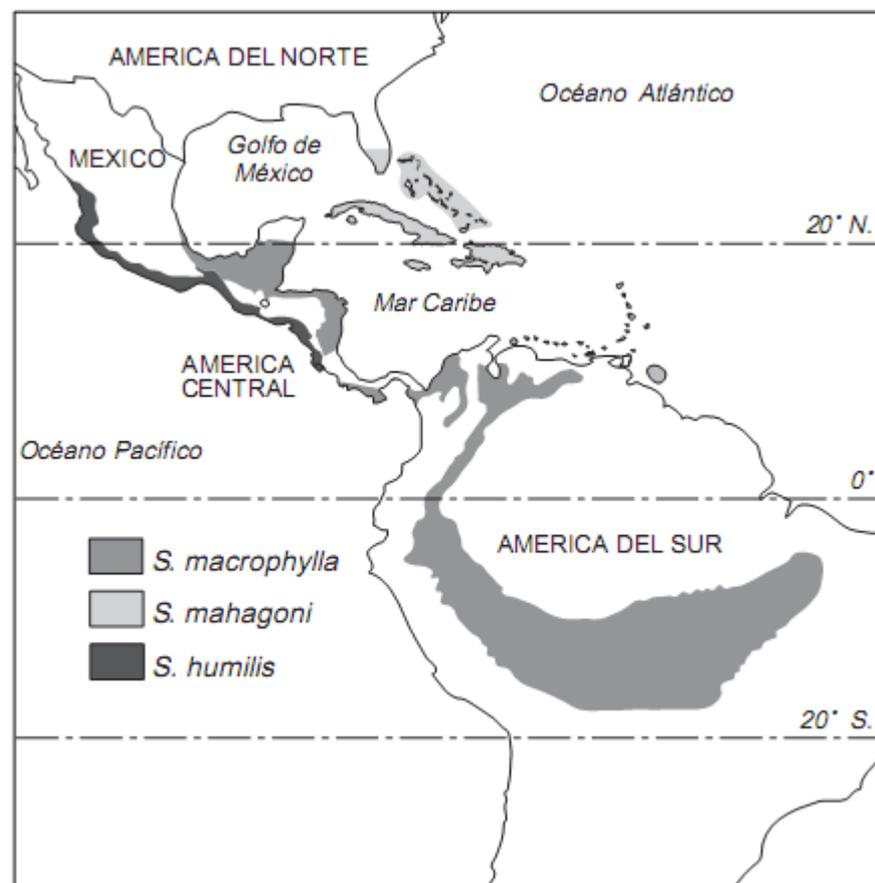


Figura 1. Distribución natural de *Swietenia macrophylla* en América (Acosta 2011).

## 2.2.- Descripción botánica

Es un árbol grande, que llega a alcanzar una altura de 35 hasta 60 m, y diámetros de 75 a 250 cm; es de follaje perenne y puede ser caducifolio en las zonas más secas de su distribución, su copa es ancha y redondeada. Presenta raíces extendidas y profundas. La base del fuste presenta contrafuertes grandes y tablares, bien conformados, de hasta 3 m de alto, sobre todo en los árboles viejos. El tronco es recto, ligeramente acanalado, libre de ramas hasta un 50% de su altura total; la corteza es profunda y ampliamente fisurada, áspera, de color gris a pardo rojizo (Cárdenas y Vásquez 1987).

La corteza externa es agrietada de color marrón claro a rojizo, el ritidoma se desprende en placas alargadas y la corteza interna es homogénea a fibrosa y de color rosado blanquecino, tiene un sabor amargo y astringente. El grosor total de la corteza es de 10 a 25 mm. Las ramitas terminales tienen sección circular, son de color castaño claro cuando están secas, estas son menudamente lenticeladas y glabras. Cada cierto tramo presentan cicatrices a consecuencia de la caída de hojas (Reynel et al. 2003).

Las hojas de la caoba son compuestas paripinnadas, a veces imparipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, con tendencia a agruparse en los extremos de las ramitas, miden de 12 a 40 cm de largo incluyendo el peciolo. Los folíolos se presentan de 4 a 6 pares, pudiendo ser opuestos o subopuestos, son ovados y asimétricos, tienen una longitud de 9 a 13 cm y un ancho de 3 a 4 cm. El ápice de los folíolos es agudo, falcado, la base es obtusa o aguda, marcadamente asimétrica y el borde es entero. Los nervios secundarios se presentan en 8 a 11 pares, son prominulos en ambas caras y los nervios terciarios se presentan en forma reticulada (Esponera 1985).

La floración de la caoba comienza entre los 12 y 15 años y se produce a partir de la caída de las hojas durante la estación seca, hasta inmediatamente después de la aparición de nuevas hojas (Baima 2001). Esta especie se beneficia de los periodos secos para la apertura de su fruto y la dispersión de sus semillas aladas (Contente et al. 2011). Las flores comienzan aparecer de noviembre a marzo y los frutos en marzo y de agosto hasta diciembre. El fruto es una cápsula erecta, elongada a elongada ovoide, pardo grisácea, lisa o diminutivamente verrugosa, de 10 a 22 cm de largo, 6 a 10 cm de ancho, con 4 a 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso (CATIE 2000). Cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas. Las semillas son aladas, livianas de 7,5 a 8,9 cm de largo y de 2,0 a 2,5 cm de ancho. La especie está clasificada como abundante en términos de producción de semillas (Contente et al. 2011).

La madera es de densidad media a alta 0,5 – 0,7g/cm<sup>3</sup>. Su color cambia de rojizo amarillento-marrón a rojizo-marrón oscuro. El brillo natural que tiene le confiere su excepcional belleza, es de fácil trabajabilidad y su acabado produce una superficie lisa y brillante; se emplea principalmente para la fabricación de muebles, así como para todo tipo de construcciones interiores y exteriores. Es una de las mejores y más valiosas especies que existe en el mercado, por tanto es utilizada para acabados finos y carpintería artística, maquetería y tallados (Cárdenas y Vásquez 1987; Lamprecht 1990; Snook 1998; Grogan et al. 2004; Shono y Snook 2006).

### **2.3.- Procesamiento de frutos y semillas**

En el procesamiento de los frutos, luego de ser recolectados, estos deben ser transportados a un lugar techado donde puedan ser extendidos en una lona aproximadamente por cinco días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Posteriormente, se trasladan a un patio de secado y se asolean por 4 horas durante tres días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas. Para desalar las semillas se friccionan manualmente (CATIE 2000). Por otra parte, Nimbro (1995) mencionó que los frutos cosechados bajo condiciones naturales en México fueron guardados en costales de yute para ser transportados al laboratorio. Asimismo, Samaniego (1995) mencionó que el método de procesamiento constó básicamente en labores de extracción, limpieza y secado de las semillas, procesos que incluyó para determinar los costos de recolección y procesamiento de las semillas en Costa Rica.

### **2.4.- Calidad física y germinación**

En la calidad física generalmente existen entre 1800 a 2500 semillas/kg. Se han reportado porcentajes de pureza de 95 a 99%, con un contenido de humedad inicial entre 9 y 12% (CATIE 2000). Un fruto contiene un promedio de 48 semillas de 1.5 a 1.8 cm de diámetro y un promedio de 3.5 cm de largo. Un kilogramo contiene un promedio de 2100 semillas (PROECEN y ESNACIFOR 2003).

La germinación inicia de una a dos semanas después de la siembra y finaliza a la sexta semana; se reportan porcentajes de germinación de 80 a 95%, esta es hipogea y no requiere de tratamientos pregerminativos (CATIE 2000), aunque se han conocido porcentajes que van de 40 a 70 %. Se obtiene el 95% si la siembra se lleva a cabo con semillas recién colectadas (CONABIO 2011).

### **2.5.- Almacenamiento de las semillas**

Las semillas son ortodoxas y conservan su poder germinativo hasta por siete u ocho meses almacenados a temperatura ambiente en bolsas de papel; almacenadas en refrigerador, en bolsas plásticas herméticamente selladas conservan la viabilidad por más de cuatro años (CATIE 2000). Las semillas conservan su poder germinativo por ocho años si son almacenadas a 4°C y con contenido de humedad de 4%. Asimismo, Trejero et al. (2006) observó el deterioro de las semillas de dos procedencias bajo diferentes métodos de almacenamiento, e indica que estas conservaron mejor su viabilidad en la cámara fría (9%), cuando se utilizan envases permeables para evitar la evaporación del contenido de humedad de la semilla.

### **2.6.- Usos e importancia económica**

La caoba por ser uno de los árboles más valiosos es considerada de gran importancia dentro de las actividades en la industria forestal de muchos países de

América Latina, incluyendo a Perú. Por sus finos acabados, durabilidad y trabajabilidad, es usada en la manufactura de muebles de alta calidad, decoración de interiores, instrumentos musicales, en la ebanistería, para molduras y paneles (Reynel et al. 2003).

Es una madera que se puede trabajar fácilmente en el aserrado, tiene un rápido secado sin inconvenientes. Al momento de cepillar y pulir tiene una apariencia preciosa, por estas razones tiene un valor muy alto en el mercado nacional e internacional. Los exportadores pueden recibir hasta US\$1700 por m<sup>3</sup>; y estos precios pueden ser más altos en los Estados Unidos, donde la madera de un árbol de caoba peruana puede venderse en US\$11000 (EIA 2012).

La corteza tiene gran cantidad de taninos y se usa para curtir y teñir pieles. La corteza y las semillas tienen uso medicinal contra la fiebre y la diarrea, fiebre tifoidea; su semilla es sumamente amarga y astringente y se ha usado como calmante del dolor de muelas. Contiene también un aceite con el que se pueden preparar cosméticos (ACP 2007).

## **2.7.- Características fenotípicas relacionadas con la producción de frutos de caoba**

Las características como la forma de fuste, hábito de ramificación, dirección de la fibra y densidad básica, entre otras, son transmitidas a los individuos con alta heredabilidad. Cuando se cuenta con muchos rodales de una especie, para el caso de mejoramiento genético, se debe seleccionar aquella con las mejores características (Jara 1995), pero este parámetro se ve influenciado por un efecto ambiental mucho mayor si proviene de un bosque natural (Murillo 1990). Además de la valoración fenotípica de los individuos, especialmente en especies maderables, es necesario realizar una evaluación cuantitativa considerando parámetros dasométricos como altura, DAP y altura comercial para tener una referencia de las características que heredarán los nuevos individuos (Yépes 2006).

En Bolivia, relacionaron la producción de frutos con el diámetro, al encontrar que en árboles de 30 a 80 cm la producción es baja, en comparación con árboles arriba de los 80 cm. Se llega al máximo de producción con árboles de 120 cm de diámetro (Gullison et al. 1996)

Por otro lado, el estudio realizado por Cámara-Cabrales y Snook (2005) en Quintana Roo mostró que la altura de los árboles, sus APC y el volumen de las copas se incrementaron al aumentar el diámetro. Los árboles mayores a 75 cm de DAP alcanzaron hasta 31 m de altura. La altura de la copa fue mayor en los árboles mayores a 75 cm ( $16 \pm 0,3$  m) que en árboles menores a 75 cm ( $10 \pm 0,2$  m), mientras que el APC se incrementó casi tres veces (de  $63 \pm 3$  m<sup>2</sup> a  $180 \pm 4$  m<sup>2</sup>) entre árboles menores a 75 cm y mayores a 75 cm DAP, respectivamente. Los árboles mayores producen más frutos porque la copa es más grande (Snook et al. 2005), no porque invierten una mayor proporción de sus recursos en la producción semillera. Además de ser los mejores productores de semilla, los árboles con DAP mayores a 75 cm fueron también los más

altos (30 m). Esto permite que sus semillas sean dispersadas a distancias mayores que las semillas de árboles más pequeños.

Según Mori (2009), al realizar un diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús, observó que el 76% de los árboles de caoba que fueron evaluados en la zona (39 árboles) calificaron como semilleros debido a sus cualidades fenotípicas sobresalientes. Por ejemplo, se encontró un mayor número de individuos en diámetros mayores de 140 cm, las alturas comerciales entre rangos de 5 m a 30 m con un promedio de 13,10 metros, las alturas totales entre 15 m y 30 m con promedios de 22,90 m. Estas grandes dimensiones indicaron individuos con buenas características en la zona. Los diámetros de copa también fueron impresionantes en la mayoría de los casos, pues podían llegar a ocupar círculos con diámetros entre 15 m y 33 m; esta característica podría contribuir a una mayor producción de frutos.

En Quintana Roo, Negreros-Castillo et al. (2014) mencionaron que el tamaño de la copa del árbol puede afectar directamente la cantidad del fruto que se produce anualmente en esta zona. La producción de frutos de árboles con diámetros mayores a 75 cm puede ser tres veces mayor que la de los árboles con diámetros menores a 75 cm. Cada año, el 80% de los árboles con diámetros menores a 75 cm producen frutos comparado con el 90% de los árboles con diámetros mayores a 75 cm, debido a que la producción de fruto está asociada al tamaño de la copa.

## **2.8.- Calidad y cantidad de la cosecha de semillas de caoba**

El momento ideal para la cosecha de las semillas es cuando los frutos están maduros y se encuentra por iniciar el proceso de dispersión. Las semillas antes de eso pueden estar aún inmaduras fisiológica o estructuralmente, e imposibilitadas para terminar su maduración. La calidad de las semillas cosechadas es considerada de gran importancia, debido a que aquellas de baja calidad no resisten al almacenamiento, por lo tanto tendrán problemas en la germinación en comparación con aquellas cosechadas con mucho cuidado (Cabrera 2006).

Samaniego (1995) estudió la estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales en Costa Rica, y mencionó que para obtener un kilogramo de semilla limpia y seca es necesario recolectar por lo menos 32 kilos de frutos. El rendimiento de la recolección de semillas en kg/hombre/día fue de 124,5 kg de frutos, equivalentes a 4,3 kilos de semillas limpias.

Grogan et al. (2003), al realizar una investigación de los patrones de regeneración de la caoba en bosques con y sin intervención en el sureste de Brasil, observaron que en la zona de estudio el 43% de los árboles tuvieron frutos, variando de uno hasta más de cien, con un promedio de 9,2 frutos por árbol, y en relación con las semillas se tuvo un estimado entre 50 y mayor a 5000. La producción en este tipo de bosques por ser

parcialmente aprovechados y debido al tamaño promedio de los árboles fue relativamente baja.

Por otra parte, Niembro y Ramírez-García (2006) evaluaron la cantidad y calidad biológica de semillas de 20 familias de caoba procedentes de una plantación en el Estado de Campeche en México; los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas entre el número de semillas desarrolladas y el potencial de producción de semillas al nivel de 0,05 de probabilidad. El número de semillas desarrolladas fue de 10 a 71 por fruto, con una media general de 47,5 y un coeficiente de variación de 20,23%. El potencial de producción de semillas fue de 54 a 89% por fruto, con una media general de 65,7% y un coeficiente de variación de 9,29%. Tanto la eficiencia de producción como la viabilidad de las semillas no presentaron variaciones significativas entre familias, con ello se indica que las diferencias observadas fueron producto del azar y no obedecen a una fuente de variación previamente identificada.

Asimismo, Cabrera (2006) lleva a cabo un estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de caoba en Cobán, y encontró que en la zona de estudio inició la floración a principios de abril y terminó a finales de mayo, produciendo frutos anualmente pero iniciando a principios de junio. La maduración tardó de 6 a 7 meses, sus frutos estuvieron maduros en diciembre y enero. La colecta ideal de frutos y semillas se realizó de febrero a marzo; la dispersión total de semillas fue a finales de marzo y abril por medio del viento. En los análisis de calidad se encontró una pureza física de 99,5%; 2,136 semillas puras/kg; 5,40% de humedad; germinación de 88% y 1,800 semillas viables/kg.

## **2.9.- Germinación de semillas de caoba**

Samaniego (1995) documentó que las semillas de caoba lograron mantener su viabilidad después de 6 meses al ser almacenadas a una temperatura constante de 15°C, con un contenido de humedad de 4,8%. Estos resultados mostraron que estas semillas germinan mejor en las cabinas de germinación a 30°C, en un sustrato de arena-tierra, 8 horas sin luz y 16 horas con luz, previa imbibición en agua durante 24 horas como tratamiento pregerminativo. La germinación aumentó en 9,2% en relación con la obtenida en la prueba de rutina.

Marzalina et al. (1997), con la finalidad de garantizar una alta viabilidad de las semillas de caoba, llevaron a cabo estudios sobre el tamaño y la madurez de los frutos. Encontraron que las frutas de tamaño grande (longitud que va desde 101,3 hasta 174,0 mm y un peso de 222-482 g) produjeron semillas con más alto porcentaje de germinación en comparación con las semillas de frutas de tamaño medianas y pequeñas. El contenido de humedad de las semillas disminuyó a medida que los frutos se volvieron maduros. Los frutos que se mostraron agrietados indicaron el estado de madurez completo. Las semillas de los frutos que fueron abiertos fueron capaces de retener el 35% de contenido de humedad después de 24 horas de secado ambiente, y mantuvieron una mayor viabilidad en comparación con las semillas recolectadas de frutos que fueron agrietados naturalmente.

Asimismo, Marzalina y Normah (2001) evaluaron el efecto de la desecación de semillas de caoba para determinar la mejor condición para reducir el contenido de humedad sin afectar la viabilidad. Utilizaron cuatro tipos de tratamientos en semillas con y sin testa, temperatura ambiente de 28°C (en incubadora), en ambiente frío de 21°C (en laboratorio), horno con circulación de aire a 35°C, y sílica gel (en el desecador a 25°C). Los cuatro tratamientos mantuvieron altos porcentajes de germinación de 70 a 78% para semillas con testa. Las semillas sometidas a temperatura ambiente y frío tuvieron entre 55 a 70% de germinación. Los tratamientos en el horno y la desecación con sílica gel incrementaron la tasa de respiración especialmente para semillas sin testa. Se concluyó que las semillas sin testa se pueden almacenar en un periodo de corto plazo si el contenido de humedad es reducido gradualmente de 2 a 9% usando condiciones ambientales de 21 a 28°C.

Del mismo modo, Quinto et al. (2009), evaluaron las alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro rojo (*Cedrela odorata*) y roble (*Tabebuia rosea*). Realizaron dos ensayos, uno con cinco tratamientos: agua de coco tierno, socato y seco, agua destilada y testigo sin inmersión; en el otro ensayo se comparó la germinación de las semillas de las tres especies a 28/24 °C y 12 horas luz. Encontraron mayores diferencias en tamaño y un tanto en pureza en las tres especies evaluadas, que fueron similares en contenido de humedad y en viabilidad. La germinación en las tres especies mejoró ( $p < 0,05$ ) de 2 y hasta 10 veces en comparación al testigo, pero se mantuvo similar ( $p > 0,05$ ) a la encontrada con agua destilada. La mejoría en germinación solo se dio con agua de coco tierna. A 28/24 °C y 12 horas luz, la caoba mostró 1,4 y 2 veces una germinación mayor ( $p < 0,05$ ) comparada con la que tuvieron el cedro y roble, respectivamente. En general la germinación en el ensayo a temperatura alta fue mayor que en el de agua de coco que se llevó a temperatura ambiente. Se concluyó que el agua de coco puede ser un promotor de la germinación en caoba, cedro rojo y roble si el fruto es tierno, y que la semilla de caoba muestra alta respuesta en germinación a la temperatura ambiental alta.

Acosta-López et al. (2011) estudiaron la germinación y el crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla*) en condiciones de vivero en Chiapas, México utilizando cuatro tratamientos pregerminativos (ácido giberélico, agua caliente, peróxido de hidrógeno y testigo). Los parámetros considerados fueron porcentaje de germinación, velocidad e índice de germinación acumulada. Estos resultados mostraron que con el ácido giberélico se obtiene un 92% de germinación, y de acuerdo con el índice de velocidad, el ácido giberélico y el peróxido de hidrógeno aceleran el proceso germinativo en 21,02 y 22,28 días en promedio y el testigo en 26,07 días. Posteriormente, se evaluaron los sustratos de polvillo de coco, polvillo de maíz, vermicomposta y arena para determinar su influencia en el crecimiento de las plántulas, mediante los parámetros como longitud de tallo, diámetro del tallo y número de hojas, con un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se demostró que el tratamiento con polvillo de coco fue el más sobresaliente para los tres parámetros.

Por otro lado, Acosta et al. (2012) realizaron una investigación sobre las semillas de *Swietenia macrophylla* para determinar la variación y germinación con tres procedencias (para lo cual se contó con germoplasma de Centla, Tenosique y

Villahermosa) en el Estado de Tabasco, México. Midieron el largo y ancho de una muestra de semillas y ensayaron la germinación en charolas individuales, evaluando esta actividad a través del porcentaje de germinación. Encontraron diferencias significativas entre procedencias y entre árboles dentro de procedencias para el largo y ancho de las semillas, y fue el Tenosique el que presentó las mayores semillas. Por otro lado, los resultados en la germinación fueron bajos. El porcentaje de germinación de Tenosique fue de 2%, mientras que el de Villahermosa fue de 15,67% y la procedencia de Centla no germinó. Concluyeron que con esta variación se debe desarrollar una estrategia que conduzca al manejo adecuado de la especie a partir de estas poblaciones.

Espinoza (2013) estudió la variación de semillas y germinación de 6 familias de *Swietenia macrophylla*, provenientes de Campeche, y encontró diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas, en donde el largo de semillas presentó menor variación con un promedio de 26,15 mm y el grueso de semilla mostró un promedio de 6,55 mm. El porcentaje de germinación en promedio fue de 68,58%. Concluyó que los resultados encontrados en esta investigación aportarán conocimiento que será básico para el futuro del manejo de la especie, siempre y cuando se busque correlacionar resultados con desarrollo desde semillas hasta planta. Además las diferencias encontradas sirven para aportar variación a otras descendencias para enriquecer el pool genético de la especie en una prueba de conservación.

De acuerdo con la información obtenida, la caoba puede encontrarse en un rango entre 55 a 92% de germinación, y entre 20 a 22 días de iniciada la siembra.

### 3.- LITERATURA CITADA

- Acosta, G.R. 2011. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King. de tres procedencias del estado de Tabasco, México. Trabajo para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. 50 p.
- Acosta, G.R.; Mendizábal-Hernández, L.; Alba-Landa, J.; Alderete, Ch. A.; De la Cruz, L.N. 2012. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* king de tres procedencias del Estado de Tabasco, México. Foresta Veracruzana 14(1):35-42.
- Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. Lacandonia 5(1): 13-20.
- Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural –ADAR. 2001. Informe preliminar proyecto Purús, primera fase del proyecto de evaluación y asesoría medio ambiental. Puerto Esperanza. 500 p.
- ACP (Autoridad del Canal del Panamá). 2007. Manual de Reforestación: Especies Maderables Tradicionales. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 2. Equipo de Sensores Remotos. Panamá. 52 p
- Baima, A. M. V. 2001. O Status de *Swietenia macrophylla* King (Mogno) em duas florestas exploradas no Estado do Pará: O caso de Marabá e Rio Maria. FCAP, Belém, Pará, Brasil. Tese de Mestrado, 174 p.
- Betancourt, B. A. 1983. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. Editorial Científico-Técnico. p. 309-322.
- Blaser, J. 1984. El parámetro "tendencia del árbol"- una proposición para clasificar árboles cualitativamente. El Chasqui (C.R.) (5-6):22-25.
- Brown, N; Jennings, S; Clements, T. 2003. The ecology, silviculture and biogeography of mahogany (*Swietenia macrophylla*): a critical review of the evidence. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 6(1-2): 37-49.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y santa maría (*Calophyllum brasiliense* var. rekoi standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala. 66 p.
- Cámara-Cabrales, L.; Snook, L.K. 2005. Producción de semillas de caoba en México. Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. Recursos Naturales y Ambiente 44:60-67
- Cárdenas, V. L.; Vasquez, R. M. 1987. Alcances ecológico silviculturales de la especie *Swietenia macrophylla* king. Notas Científicas Matero. p. 18 – 23.
- CATIE – UICN. 1995. El papel de los productos no maderables en el manejo diversificado del bosque. Boletín. Turrialba – Costa Rica. 30 p.

- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- CITES. 2005. Convention on International Trade Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Oficial Documents. Consultado en octubre 2013. Disponible en <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- CONABIO. 2011. *Swietenia macrophylla* King. Consultado en febrero 2015. Disponible en [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/37-melia5m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/37-melia5m.pdf)
- Dawkins, H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Institute Paper N°34. Imperial Forestry Institute, Oxford. 155 p.
- EIA. 2012. La Máquina Lavadora: Cómo el fraude y la corrupción en el sistema de concesiones están destruyendo el futuro de los bosques del Perú. EIA Global Org. Perú. 72 p.
- Espinoza, S. 2013. Variación de semillas y germinación de 6 familias de *Swietenia macrophylla* King, provenientes de Campeche. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. 39 p.
- Espinoza, V. M. 2008. Análisis de calidad y comportamiento de semillas de lupina (*Cytisus monspensulanus*) de origen conocido en distintas comunidades de chimborazo. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 107 p.
- Esponera, V. T. 1985. Caoba, Cedro y Apamate. Agrinco de Venezuela S. A. Boletín Técnico N° 01. p 9 – 16.
- Grogan, J.; Barreto, P.; Veríssimo, A. 2002. Mahogany in the Brazilian Amazon: ecology and perspectives on management. Brasil, Belem, Imazon. 58 p.
- Grogan, J.; J. Galvao, L.S.; Veríssimo, A. 2003. Regeneration of big-leaf mahogany in closed and logged forests of southeaster Pará, Brazil. *In* Lugo, A.; Figueroa-Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag. p. 193-208.
- Grogan, J.; Matthew L.R.; Ashton, M.S.; Galvão, J. 2004. Growth response by big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) advance seedling regeneration to overhead canopy release in Southeast Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management* 204:399–412.

- Gullison, R.E.; Panfill, S.N.; Strouse, J.J.; Hubbell, S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. Botanical Journal of the Linnean Society 122(1):9-34.
- Hutchinson, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 7. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 32 p.
- InfoStat. 2011. Grupo InfoStat/FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Ed. Brujas, Córdoba, Argentina.
- INFOSUR. 2015. La caoba. Consultado en abril 2015. Disponible en <http://www.infosur.com.pe/caoba.htm>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA. 1999. Reserva del Alto Purús, expediente técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- ISTA. 1976. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 4: 49–177.
- Jara, F. 1995. Identificación y selección de fuentes semilleras. *In* Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. Conif, Bogotá. Serie Técnica N 32. 156 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas tropicales en los ecosistemas tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para su aprovechamiento. GTZ. Eschborn DE. 335 p.
- Lipa, V.; Zedano, J.; Ticona, P. 1998. Geología de los cuadrángulos de Palestina, Curanjillo, Puerto Esperanza, Río Curanja, Balta, José Galvez, Alerta, Río Cocama y Río Yaco. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico –INGEMMET. Boletín N° 108. Lima, Perú. 124 p.
- Lombardi, I.I. 201. Dictamen de extracción no perjudicial de *Swietenia macrophylla* King. (caoba). Informe preparado para el Ministerio del Ambiente, Lima-Perú. 30 p.
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Marzalina, M.; Normah, M.N.; Krishnapillay, B. 1997. Collection and handling of mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds for optimum viability. Journal of Tropical Forest Science 9(3):398-410.
- Marzalina, M.; Normah, M.N. 2001. Desiccation studies on mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds. Journal of Tropical Forest Science 13(3):405-414.

- Murillo, O. 1990. Estrategias a corto plazo de producción de semilla mejorada genéticamente para la reforestación en Costa Rica. *Tecnología en marcha* 10(4):23-27.
- Navarro, C. 1999. Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Mayhew, J. E.; Newton, A. C. 1998. The silviculture of mahogany. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, CABI Publishing. 226 p.
- Negreros-Castillo, P.; Cámara-Cabrales, L.; Devall, M.S.; Fajvan, M.A.; Mendoza, M.A.; Mize, C.W.; Navarro-Martinez, A. 2014. Guía para la silvicultura de las selvas de la caoba en Quintana Roo, México. CFAN, CONAFOR. (Borrador Final, 27 de agosto de 2014). México. 76 p.
- Niembro, R.A. 1995. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México. *In* Memorias del Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Rodolfo Salazar (editor técnico). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 249-263.
- Niembro, A.; Ramírez-García, E.O. 2006. Evaluación de la cantidad y calidad biológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* king – meliaceae) procedentes de una plantación en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 8(1):23-30.
- Norgrove, L.; Herrera, S.J. 2005. Manejando nuestras cochas. Fundación Gordon & Betty Moore, WWF, FECONAPU. Comunidad Indígena Laureano. Purús, Ucayali-Perú. 69 p.
- Ordóñez, L.; Aguirre, N.; Hofstede, R. 2001. Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador. Proyecto de Investigaciones en Ecosistemas Tropicales – ECOPAR. Quito, Ecuador. 48 p.
- Pennington, T. D. 2002. Mahogany carving a future. *Biologist* 49(5): 204-208.
- PROECEN, 2000. CAOBA: *Swietenia macrophylla* G. King. Colección de Maderas Tropicales de Honduras. ESNACIFOR. OIMT. Ficha Técnica N° 25. Lancetilla, Honduras. 8 p.
- PROECEN; ESNACIFOR. 2003. Guías silviculturales de 23 especies forestales del bosque húmedo de Honduras. Siguatepeque, Honduras, PROECEN-ESNACIFOR. 20 p.
- Quinto, L.; Martínez-Hernández, P.A.; Pimentel-Bribiesca, L. ; Rodríguez-Trejo, D.A. 1999. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 23-28.

- Reynel, C.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; 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. ICRAF. Lima-Perú. 509 p.
- Rodan, B.; Blundell, A. 2003. Can sustainable mahogany stem from CITES Science. *Bioscience* 53 (7): 619.
- Rodríguez, R.G.; Márquez, R.J.; Rebolledo-Camacho, V. 2001. Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en *Cedrela odorata* L. y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Foresta Veracruzana* 3(1):35-38.
- Esponera, V. T. 1985. Caoba, Cedro y Apamate. Agrinco de Venezuela S. A. Boletín Técnico N° 01. p 9 – 16.
- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Shono, K.; Snook, L.K. 2005. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. *Journal of Tropical Forest Science* 18(1):66—73.
- Snook, L. K. 1998. Sustaining harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from Mexico's Yucatan forests: past, present, and future. In Primack, B.; Bray, D.B.; Galletti, H. (eds.). *Timber, Tourists and Temples: Conservation and Development in the Maya Forests of Belize, Guatemala and Mexico*. Island Press, Washington, DC, USA. p. 61-80.
- Snook, L.K.; Cámara-Cabrales, L.; Kelty, M.J. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): Patterns of variation and implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 206:221-235.
- Swaine, M. D.; Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Synnott, T. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Tropical Forestry No 14. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, England. 67 p.
- Synnott, T.J. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Trad. J. Valerio, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 103 p.
- Synnott, T.J. 2009. La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. Corredor Biológico Mesoamericano-México, Conabio. México, D.F., México. 152 p.

- Tovar, A. 1998. Informe de viaje de campo, brigada Purús Ucayali. Lima, Perú. Centro de Datos para la Conservación. Universidad Nacional Agraria la Molina. 30 p.
- Trejero, J.G.; Jasso, M.J.; Vargas, H.J.; Soto, H.M. 2006. Deterioro de semillas de dos procedencias de *Swietenia macrophylla* King. bajo distintos métodos de almacenamiento. Ra Ximhai 2(1):223-239.
- UNALM, 2009. Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Informe Final. Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev. 3(F). 54 p.
- Wong, J.L.G.; Kisrti. T 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencias y principios biométricos. FAO. Roma. 124 p.
- Yépes, R.S. 2006. Determinación del potencial de producción y comercialización de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la región norte del Ecuador. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. 126 p.

#### **4.-ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN**

### **ARTÍCULO 1. PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE ÁRBOLES DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ**

#### **1.- INTRODUCCIÓN**

Los bosques tropicales representan un recurso importante y de gran interés internacional debido al incremento de la deforestación y tala ilegal -principalmente dirigida hacia las especies de mayor demanda en los mercados internacionales- que causan la fragmentación del hábitat y en muchos casos conllevan al peligro de extinción. Es por esta razón que los gobiernos y las comunidades locales han dirigido su preocupación hacia el futuro de estos ecosistemas, y amenazas como el cambio climático (Plana 2000).

Una de las especies de mayor importancia económica provenientes de estos bosques es la caoba *Swietenia macrophylla* King. Las características como su intenso tono rojizo y su durabilidad la convierten en uno de los materiales de construcción y ebanistería más codiciados de la tierra, y en un símbolo de riqueza y poder. De esta manera, sigue siendo motivo de una intensa actividad de extracción por los altos precios que ha alcanzado en los mercados internacionales (Marmillod 2007). La caoba ha sido históricamente aprovechada desde tiempos de la colonia y en gran medida todavía por el método selectivo, extrayendo los árboles grandes y rectos, lo que ocasiona una erosión genética (Navarro 1999). Brasil y Bolivia han estado en el centro de este debate, porque son los mayores productores de caoba del mundo y conservan las mayores reservas naturales de dicha especie (Veríssimo et al. 1992; Buitrón y Mulliken 2001; ITTO 2003). En Perú, a pesar de su fuerte extracción, existen zonas de interés -por su cercanía a los países vecinos- como Loreto, Amazonas, San Martín, Ucayali, Huanuco, Junín, Cusco, Madre de Dios y Puno (Trigoso et al. 2002).

La provincia de Purús es una región muy privilegiada por poseer los últimos remantes de caoba que las poblaciones indígenas Cashinahua, Sharanuahua y Culinas protegen en sus territorios. Estas comunidades han tomado la iniciativa de organizarse en cooperación con WWF, CARE, ECOPURUS y otras instituciones para el aprovechamiento sostenible de la cosecha de las semillas, con la finalidad de evitar su desaparición y de contribuir a la conservación de los bosques amazónicos (Quispe y Tello 2013; Rubio et al. 2014). La tala indiscriminada de caoba se desarrolla en un contexto de pobreza rural con escasas oportunidades de ingreso y empleo para la población de la zona, pero con una gran demanda mundial por la preciada madera y, por otra parte, con una carencia de coordinación institucional para efectos de su solución (Cerdán 2007).

Esta escasez ha conllevado a que los extractores de madera ilegal se trasladen a lugares cada vez más alejados, donde aún es posible encontrar poblaciones silvestres de

caoba. La gran mayoría de dichos lugares no han sido habilitados por el Estado peruano para el aprovechamiento forestal comercial, y muchos constituyen reservas territoriales a favor de pueblos en aislamiento voluntario o áreas naturales protegidas, cuyo acceso y actividades a desarrollar es muy restringido (Cerdán 2007).

Esta situación ha llevado a tomar medidas para un buen manejo y aprovechamiento. A pesar de que existen estudios referentes a las densidades poblacionales (Snook 1993; Grogan et al. 2003; Mayhew et al. 2003) y la fenología (Gullison et al. 1996; Snook 2000; Grogan et al. 2003; Snook et al. 2005) en diferentes lugares de Latinoamérica, existe una escasa información en aspectos biológicos y ecológicos en la zona de Purús que determinen pautas relevantes encaminadas hacia el mejor uso y conservación de esta especie. En este sentido, los objetivos de este estudio fueron: i). Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús; ii). Determinar el efecto de los parámetros fenotípicos sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.

## **2.- ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se ubica en la provincia de Purús, cuyas coordenadas son 9°23'10" (latitud meridional) y 70°29'30" (latitud occidental) y dentro de un rango altitudinal promedio de 285 metros sobre el nivel del mar, con un área de 1742,800 hectáreas (Norgrove y Herrera 2005) (figura 2). Cuenta con 41 comunidades indígenas, de 9 pueblos diferentes, asentadas a lo largo del río Purús y su afluente, el Curanja. La etnia que predomina demográficamente es el Cashinahua, le siguen los pueblos Culina, Sharanahua, Asháninka, Chaninahua, Amahuaca, Mastanahua y Yine. Se estima que más del 70% de la población es indígena; los colonos mestizos se concentran en su capital, que es Puerto Esperanza. Las comunidades seleccionadas para el estudio fueron Santa Margarita, Pozo San Martín y Nueva Luz. Estas poblaciones se dedican a la caza, la pesca y a una agricultura de autoconsumo de productos tradicionales. Un número reducido de indígenas apoyan en algunas instituciones del Estado u ONG ambientales.

El clima carece de estaciones definidas. La pluviosidad es alta de diciembre a abril (promedio anual bordea los 2,200 mm) y baja de mayo a octubre, que es cuando se produce la época seca. La temperatura promedio de unos 25°C, los valores extremos corresponden a los 17°C y 35°C (Tovar 1998), con una humedad relativa promedio anual de 75 a 82%, la velocidad promedio de vientos es 1.4 m/seg, con una dirección predominante de norte a sur.

La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), que es el medio ecológico determinado por factores de altitud, precipitación pluvial y temperatura, caracterizado por un bosque alto, tupido y exuberante con presencia de lianas y bejucos (Holdridge 1987).

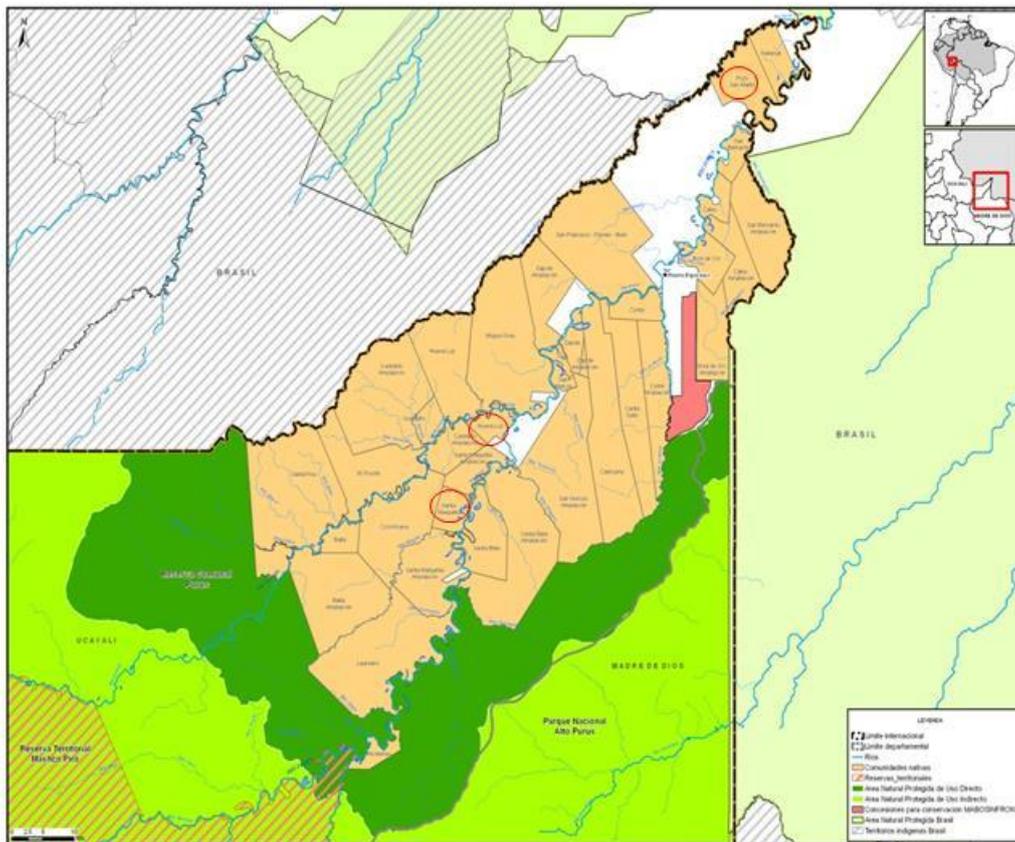


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio en la provincia de Purús. Los círculos rojos indican la ubicación de las comunidades estudiadas.

El estudio realizado por INRENA (1999) reporta que se han identificado seis tipos de suelos que caracterizan la zona y han sido agrupados taxonómicamente y descritos a nivel de subgrupo (soil taxonomy, USA): tropofluents, eutropepts, Tropudalf, Tropudults, Paleodults y Tropacults. El terreno de la zona es gredoso, que forman pequeñas lomas donde principalmente se asientan las comunidades, y la planicie baja que es donde los suelos se inunda en la época de creciente de los ríos.

Tomando como punto de partida la perspectiva a nivel de territorio peruano, el sistema hídrico está conformado principalmente por el río Purús que vierte sus aguas hacia territorio brasileño, se conforma por los ríos Alto Purús y Curanja (este último con 212 km de recorrido). Se encuentra a 285 m.s.n.m. con dirección predominante hacia el norte con suaves gradientes. Los ríos de la provincia no pertenecen a la cuenca del Ucayali, sin embargo sirve como importante y principal vía de comunicación interna entre Puerto Esperanza, las comunidades nativas y la República de Brasil.

El río Purús llega a tener en su máximo nivel hasta 100 m de ancho, y su longitud en territorio peruano es 483 km aproximadamente. En épocas de creciente del río (noviembre-abril) navegan en sus aguas embarcaciones de 4 pies de calado como

máximo hasta la desembocadura del Curanja, y en épocas de vaciante, solo embarcaciones de menor calado (ADAR 2001).

### **3.- METODOLOGÍA**

La organización del trabajo se llevó a cabo en la capital de Purús, en Puerto Esperanza, para coordinar con el representante de las comunidades y el encargado de la WWF para el desarrollo de las actividades.

En un bote peque peque (bote de embarcación pequeña) se recorrieron tres comunidades, dos asentadas en el río Purús (alto y bajo) y una en el río Curanja. Se realizó un taller informativo con los representantes y la comunidad donde se socializó la propuesta del proyecto a realizar; con la aprobación de ellos se procedió a elaborar un plan de trabajo para la salida a campo.

#### **3.1.- Presencia y parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús**

Con la ayuda de pobladores de cada comunidad, se procedió a ubicar los transectos y a contar los árboles que ellos conocían, para luego marcarlos y georeferenciarlos. En este caso no se utilizaron parcelas de muestreo debido al escaso número de individuos encontrados. Los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron el diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP), que fue tomado con ayuda de una cinta diamétrica, la percepción de los pobladores para estimar la edad de los árboles, que fue mediante una entrevista, la altura total y comercial, y las características fenotípicas por medio de un registro visual.

Se registraron individuos de 20 cm de DAP en adelante como referencia tomada en otros inventarios (Mori 2009, Lombardi et al. 2010). La evaluación de los parámetros fenotípicos se realizó utilizando la matriz de Ordoñez (2001), en la cual considera como puntuación las características fenotípicas de seis parámetros para ser parte de la fuente semillera. Cada parámetro se evaluó con varias opciones que describen el estado actual de cada individuo (cuadro 2). Por ejemplo, en el caso de la forma de fuste, se eligió entre recto, ligeramente torcido y muy torcido, cada alternativa tiene un valor asignado. Asimismo, los parámetros de clase de iluminación o posición de la copa y forma de copa se evaluaron de acuerdo con la propuesta de Blaser (1984) y Hutchinson (1993), que están basadas en Dawkins (1958) y Synnott (1979).

Cuadro 2. Parámetros de evaluación fenotípica de los árboles para la recolección de semillas (Ordoñez 2001)

Parámetro	Característica Fenotípica	Puntaje
Posición sociológica	Superior (árboles que ocupan el estrato más alto)	3
	Medio (árboles que ocupan estrato intermedio)	2
	Inferior (árboles que ocupan estrato más bajo)	1
Forma de fuste	Recto	6
	Ligeramente torcido (curva escasa en 1 o 2 planos)	4
	Torcido (curva extrema en un plano)	2
	Muy torcido (curva extrema en más de un plano)	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	6
	Bifurcado en el 1/3 superior	4
	Bifurcado en el 1/3 medio	2
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1
Forma de la copa	Perfecta (círculo completo)	5
	Buena (circular irregular)	4
	Tolerable (medio círculo)	3
	Pobre (menos de medio círculo)	2
	Muy pobre (pocas ramas)	1
Posición de la copa (iluminación)	Emergente	4
	Plena iluminación superior	3
	Regular iluminación superior	2
	Iluminación lateral	1
	Ninguna iluminación directa	0
Diámetro de la copa	Copa vigorosa > 10 m	5
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3
	Copa pequeña < de 5 m	1

### 3.2.- Efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados

Después de la evaluación fenotípica, se coordinó con el personal de APECO para la cosecha de las semillas en las comunidades, luego se clasificaron -de acuerdo con la puntuación obtenida en la evaluación- y se procedió a seleccionar y marcar 11 árboles semilleros, que fueron debido a la logística y al tiempo fenológico. Estos fueron: árboles buenos ( $T_A$ ), árboles regulares ( $T_B$ ), árboles malos o no deseados ( $T_D$ ), luego se cosecharon 8 frutos al azar, cantidad necesaria para llevar a cabo los ensayos de germinación, por clasificación fenotípica con el método de recolecta que los mismos pobladores utilizan.

Se utilizó la clasificación realizada por Mori (2009) para los árboles semilleros, que es la siguiente:

- Árboles buenos "A" (25 a 30 puntos): Son árboles sanos, de fuste recto, posición de copa emergente o plena vertical; forma de copa circular completa, circular irregular o medio completo.

- Árboles regulares "B" (17 a 24 puntos): Son árboles con presencia de ciertas estructuras que indicarían presencia de enfermedades en la superficie de la corteza como pequeños cuerpos fructíferos de hongos, así como también pequeñas acumulaciones de restos de nidos de termitas, pero que no se está seguro de que sean profundas. Son de fuste ligeramente inclinado, posición de copa emergente o plena vertical; forma de copa circular completa, circular irregular, medio completo o menos de medio círculo.
- Árboles no deseados "D" ( $\leq 16$  puntos): No tienen las características fenotípicas deseadas o poseen problemas apreciables de sanidad, pero que ayudan a la lluvia de semillas para regenerar el bosque y son necesarias para cumplir su función ambiental de alimento de fauna, especialmente de pavas y perdices, tan apreciadas en la dieta local.

Luego de colectadas las semillas, fueron trasladadas hacia el laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, con sede en Pucallpa, para los análisis correspondientes.

### 3.2.1.- Porcentaje de Pureza

Para determinar el porcentaje de pureza se tomaron 4 muestras de 100 semillas (ISTA 1976) de los frutos colectados por el método que los mismos pobladores utilizan, es decir, 400 semillas tomadas de 3 árboles buenos de la clasificación, que hacen un total de 1200 semillas. Se pesó cada lote de 100 semillas, se separaron las semillas puras de las impuras y luego se pesaron por separado. La semilla se consideró pura si parece normal en cuanto a su tamaño, forma y aspecto general externo. Inversamente, se consideró como impura la semilla que es demasiado pequeña, que ha sido parcialmente comida por los insectos o pone en evidencia manchas producidas por los hongos. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Pureza} = \frac{\text{Peso de la semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100\%$$

### 3.2.2.- Determinación de la humedad

Para la humedad se seleccionó 1 fruto de 6 árboles de 50 semillas en promedio (ISTA 1976), que hacen un total de 300 semillas, las cuales fueron pesadas y sometidas a un proceso gradual de secado en la estufa a una temperatura de 103° centígrados por espacio de 17 horas. Transcurrido este tiempo, fueron pesadas nuevamente las semillas secas y se obtuvo el contenido de humedad (Espinoza 2008) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{Peso original de semilla} - \text{Peso seco de semilla}}{\text{Peso original de semilla}} \times 100\%$$

### 3.2.3.- Ensayo de germinación

Se utilizaron 1200 semillas en el ensayo de germinación, las cuales fueron subdivididas en 3 bloques de 400 semillas por clase fenotípica y arregladas con separación al azar (5 árboles con 8 frutos en Santa Margarita, 3 árboles con 8 frutos en Nueva Luz y 3 árboles con 8 frutos en Pozo San Martín). El sustrato de siembra fue de una parte de arena, una de tierra, una de gallinaza y una de carbonilla de arroz. Debido a que el experimento se llevó a cabo en la estación seca, se aplicó el riego diariamente por las tardes para proporcionar una humedad adecuada para las semillas. El conteo de las semillas germinadas se realizó diariamente hasta que la mayoría de ellas con buenas características lograron germinar. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ semillas sembradas}} \times 100 \%$$

### 3.3.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles semilleros

Se realizó un análisis del número de semillas que podrían germinar provenientes de los 28 árboles que fueron identificados como potenciales semilleros en las tres comunidades. Para ello, si se decidiera en cada comunidad tener una cama de almácigo, como mínimo, para la germinación de las semillas después de la cosecha, se realizó un cálculo con base en una cama almaciguera de 10 m<sup>2</sup>, mediante la fórmula propuesta por Arriaga et al. (1994):

$$C = \frac{A \times D}{(\text{CG } \%) \times (\% P) \times (\text{S. V. / Kg}) \times (F)}$$

Donde:

C = Cantidad de semillas requeridas en Kg

A = Área de la cama almaciguera = 10 m<sup>2</sup>

D = Densidad de siembra = 70 plantas por m<sup>2</sup>

CG % = Capacidad de germinación = 52 % = 0,52

% P = Pureza de la semilla = 95,84% = 0,9584

S. V. / Kg = Número de semillas viables por Kilogramo = 816

F = Factor de corrección = 0,90

Para realizar este cálculo fue necesario determinar el número de semillas viables por kilogramo (S.V./Kg), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{S. V. / Kg} = (\%P) \times (\text{CG}\%) \times (\text{S/Kg})$$

Donde:

(%P) = Porcentaje de pureza de las semillas

(CG%) = Capacidad de germinación

(S/Kg) = Número de semillas por kilogramo = 1637

Luego mediante una regla de tres simple se realizaron los cálculos para extrapolar las cantidades que son necesarias.

### **3.4.- Análisis de la información**

En el análisis de la información, para los rangos diamétricos en las diferentes comunidades se utilizó la estadística descriptiva mediante un gráfico de barras. Para determinar la relación de las variables entre sí, como la DAP, altura comercial y altura total, se utilizó un análisis multivariado por medio de un análisis de componentes principales (CP) para observar el grado de asociación y una matriz de correlación de Pearson para determinar la significancia.

Para conocer la calidad fenotípica entre los individuos se realizó un análisis multivariado por medio de un análisis de conglomerados jerárquicos a partir de las características fenotípicas, como posición sociológica, forma de fuste, altura de bifurcación, posición, forma y diámetro de la copa, usando como método de encadenamiento de Ward y la medida de distancia Euclídea. Posterior a esto, se realizó un análisis de varianza para comprobar la significancia entre los grupos con la prueba de Fisher con un alfa de 0,05. Asimismo, se realizó un gráfico biplot para determinar la relación de los indicadores de calidad con las características fenotípicas. Finalmente, se contruyó una tabla de contingencia para conocer si la calidad fenotípica guarda relación con las comunidades. Estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

Para las pruebas de pureza física y contenido de humedad se determinaron mediante la estadística descriptiva. En el ensayo de germinación de semillas se aplicó un diseño de bloques completos al azar constituido por tres tratamientos, que serían las clases fenotípicas con cuatro repeticiones de 100 semillas. Estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

## **4.- RESULTADOS**

La fase de campo se realizó entre los meses de mayo a julio trabajando con las comunidades de Purús, y en agosto en las instalaciones del laboratorio del Instituto de Investigaciones de Amazonía Peruana en Pucallpa-IIAP.

#### 4.1.- Ubicación y características de los árboles de caoba

Para conocer dónde están ubicadas las caobas, los pobladores de cada comunidad aprovechan las rutinas de caza para identificar los lugares donde se encuentran.

En las tres comunidades se encontraron 48 árboles, así, en Santa Margarita 21, en Nueva Luz 18 y en Pozo San Martín 9 (cuadro 3) (anexo 1). Asimismo, las características de los árboles demostraron que existió una relación entre el diámetro y la altura del árbol ( $r=0,58$ ;  $p=0,0001$ ); se encontraron diámetros en metros mayores en las comunidades de Nueva Luz y Santa Margarita con  $1,15 \pm D.E 0,32$  y  $1,10 \pm D.E 0,56$  y alturas totales en metros de  $27,33 \pm D.E 4,17$  y  $23,81 \pm D.E 3,84$  respectivamente. Con referencia a la percepción que tienen los pobladores sobre la edad de sus caobas, también se relaciona con la comunidad, en Nueva Luz se tuvo el mayor promedio con 86,28 años. Estos resultados indicarían que estos árboles se encuentran en su mayoría en estado maduro y con dominancia en el estrato superior del bosque.

Se observó que el hábitat donde crece la caoba, por lo general, son laderas de colinas, con presencia de agrupaciones vegetales como la especie paca (*Guadua sp.*). Es poco común encontrarlas en terrenos bajos y planos con tendencia a inundaciones (CATIE, 2000; CONIFOR et al. 2007; Reynel et al. 2013).

Los resultados encontrados guardan similitud con la investigación realizada por Mori (2009), quien realizó un diagnóstico sobre el estado poblacional de las caobas en la Reserva Comunal Purús. En su estudio encontró alturas comerciales que van de 5 m a 30 m con un promedio de 13,10 metros, y las alturas totales entre 15 y 30 metros con promedios de 22,90 m. Estas dimensiones indicaron que hay árboles con presencia dominante en la zona.

Las características idóneas para que los árboles sean considerados como semilleros es que reúnan condiciones como una buena posición sociológica, que se relaciona con una copa grande y emergente, así como un fuste recto (Mesén 1994; Fredericksen 2003; Flores y Chavarry 2005; Aguirre y Fassbender 2012).

Se observó que la mayor parte de los individuos tuvieron una posición sociológica superior (94%), con iluminación de la copa emergente (88%) y con diámetros de copa mayores a 10 m (64%). Esto indica que son árboles emergentes en su mayoría y ocupan el estrato superior del dosel, por lo tanto, tienen ventaja en la disposición de una adecuada iluminación solar que es necesaria para el crecimiento y la fenología; este factor fue observado por otros estudios (Sabogal et al. 2001; Contreras et al. 2001; Galván 2003).

Cuadro 3. Características de los árboles de caoba ubicados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

<b>C_indígena</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Nueva Luz	Dap_m	18	1,15	0,32	27,76	0,58	1,78
Nueva Luz	A_comercial	18	15,83	3,85	24,34	4,00	20,00
Nueva Luz	A_total	18	27,33	4,17	15,27	21,00	38,00
Nueva Luz	Edad_aprox	18	86,28	13,89	16,10	70,00	130,00
Pozo San Martín	Dap_m	9	0,85	0,28	33,50	0,46	1,37
Pozo San Martín	A_comercial	9	10,33	2,06	19,95	7,00	13,00
Pozo San Martín	A_total	9	20,89	2,57	12,31	17,00	25,00
Pozo San Martín	Edad_aprox	9	65,56	21,28	32,46	20,00	100,00
Santa Margarita	Dap_m	21	1,10	0,56	51,02	0,37	2,55
Santa Margarita	A_comercial	21	14,81	3,91	26,38	7,00	25,00
Santa Margarita	A_total	21	23,81	3,84	16,14	16,00	33,00
Santa Margarita	Edad_aprox	21	79,52	33,54	42,17	35,00	160,00

Leyenda: C\_indígena=comunidad indígena, Dap\_m=diámetro a la altura del pecho en metros, A\_comercial=altura comercial en metros, A\_total=altura total en metros, Edad\_aprox=edad aproximada de acuerdo con la perspectiva de los pobladores.

Con respecto a la forma del fuste, un 64% de individuos tuvieron un fuste recto (figura 3), 32% ligeramente torcido y 4% torcidos. Los fustes rectos son características necesarias para considerar a los árboles como semilleros, los fustes ligeramente torcidos podrían ser aprovechados por no considerarse de buena calidad.



Figura 3. Árbol de caoba con fuste recto en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.

#### **4.1.1.- Descripción de los rangos diamétricos de los individuos de caoba**

Para los rangos diamétricos que se observa en la Figura 4, se encontró un mayor número de individuos (21%) entre los rangos comprendidos de 71 a 90 cm, y una marcada disminución entre los rangos menores a 50 cm (6%) y mayores a 151 cm (14%), respectivamente. El gráfico muestra la distribución en forma de una campana que indica una población de diferentes edades y escasa regeneración natural, caso similar se observó en otros estudios realizados con caoba en Perú (Ríos et al. 2002; Vargas y Lombardi 2006).

Los rangos diamétricos por comunidad en la figura 5 mostraron que Nueva Luz tuvo individuos con diámetros mayores en los rangos de 111 a 130 cm con 11%, en comparación con la comunidad de Santa Margarita donde el mayor porcentaje de los individuos se encuentra de 71 a 90 cm con 11%. Asimismo, Pozo San Martín tuvo individuos más dispersos, el mayor porcentaje se concentra de 71 a 90 cm con 9%.

La ubicación de los individuos en las clases diamétricas indicó la poca existencia de la regeneración natural, probablemente por la sobreexplotación en la zona o por factores ecológicos como la competencia entre individuos juveniles; asimismo, se encontraron pocos adultos en edad madura, quizás por el aprovechamiento intensivo en el pasado o influenciado por las condiciones ambientales como vientos muy fuertes en determinadas épocas del año. Esta deficiencia se ve reflejada en la poca presencia de jóvenes y pequeños en comparación con árboles adultos; entonces, estas poblaciones en muchos rodales no pueden mantenerse (Quevedo 1986; Snook 2003; Torres 2003; Marmillod, 2007; Synnott 2009).

Por otro lado, en otros estudios indicaron que la regeneración de la caoba en otros lugares parece ser de frecuencia muy alta, cerca de los árboles adultos (Gullison y Hubbell 1992; Grogan et al. 2003; Mayhev et al. 2003). Sin embargo, al realizar un análisis se podría concluir que la presencia de muchas plántulas muy pequeñas o jóvenes no es garantía de una población numerosa ni adecuada de árboles más grandes, y su escasez tampoco implicaría la desaparición de la especie (Richards 1996).

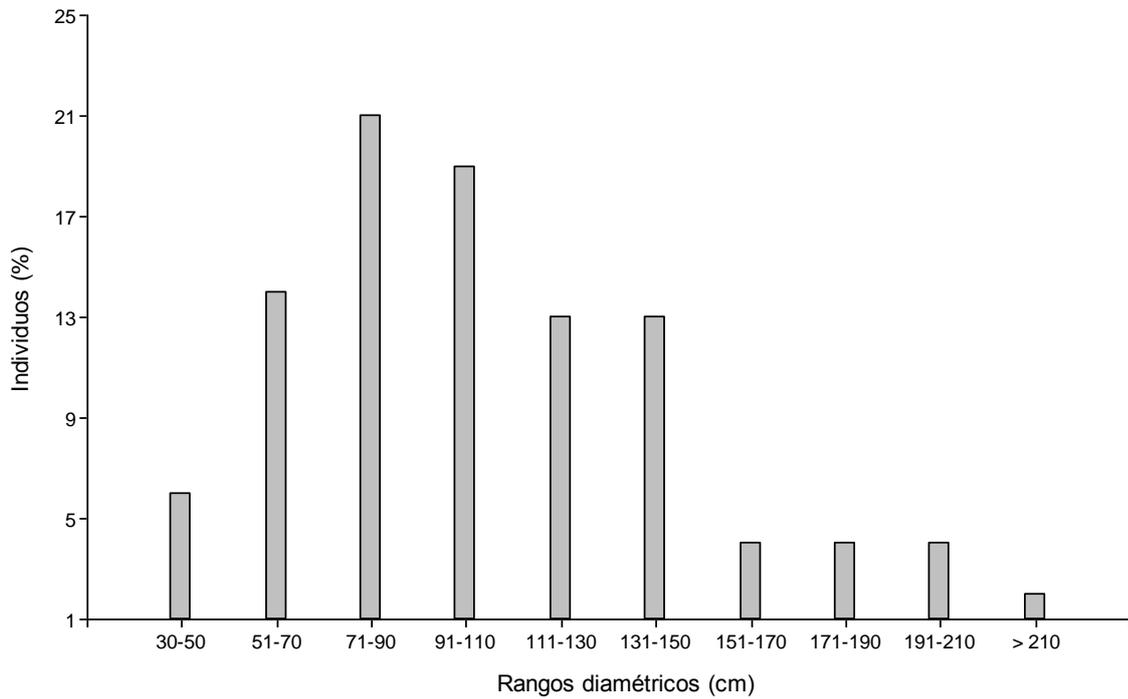


Figura 4. Rangos diamétricos de los individuos de caoba encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.

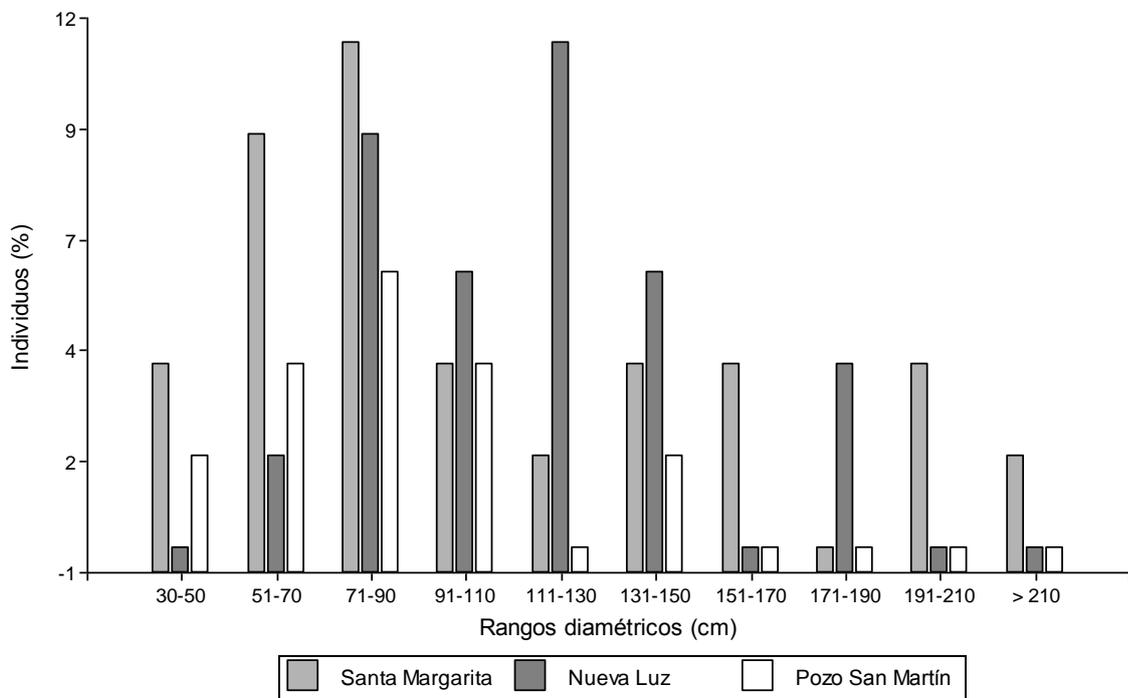


Figura 5. Rangos diamétricos de los individuos de caoba por comunidad encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.

#### 4.1.2.- Relación del DAP, altura comercial y total de los individuos de caoba

El análisis de componentes principales realizado para las variables DAP, altura comercial y altura total (figura 6) mostró un 70,6% de variabilidad total explicada para el componente 1 y un 19,1% para el componente 2. Se puede observar que existió una correlación positiva entre las alturas de los individuos ( $n=48$ ;  $r=0,66$ ;  $p=0,0001$ ) (anexo 3). Asimismo, el DAP guardó una relación positiva con la altura comercial ( $r=0,43$ ;  $p=0,0021$ ) y la altura total ( $r=0,66$ ;  $p=0,0001$ ), lo que significa que cuando un árbol tiene mayor diámetro, mayor será su altura (anexo 4). La tendencia del diámetro de los árboles es similar en las tres comunidades con solo un individuo de mayor diámetro en la comunidad de Santa Margarita. En cuanto a las alturas, la comunidad de Pozo San Martín fue la que tuvo individuos con menores rangos de alturas, en comparación con los individuos que presentaron mejores características como los de Nueva Luz y Santa Margarita. Esto se debió al bajo número de árboles registrados en esta comunidad, que no permitió obtener mayores resultados.

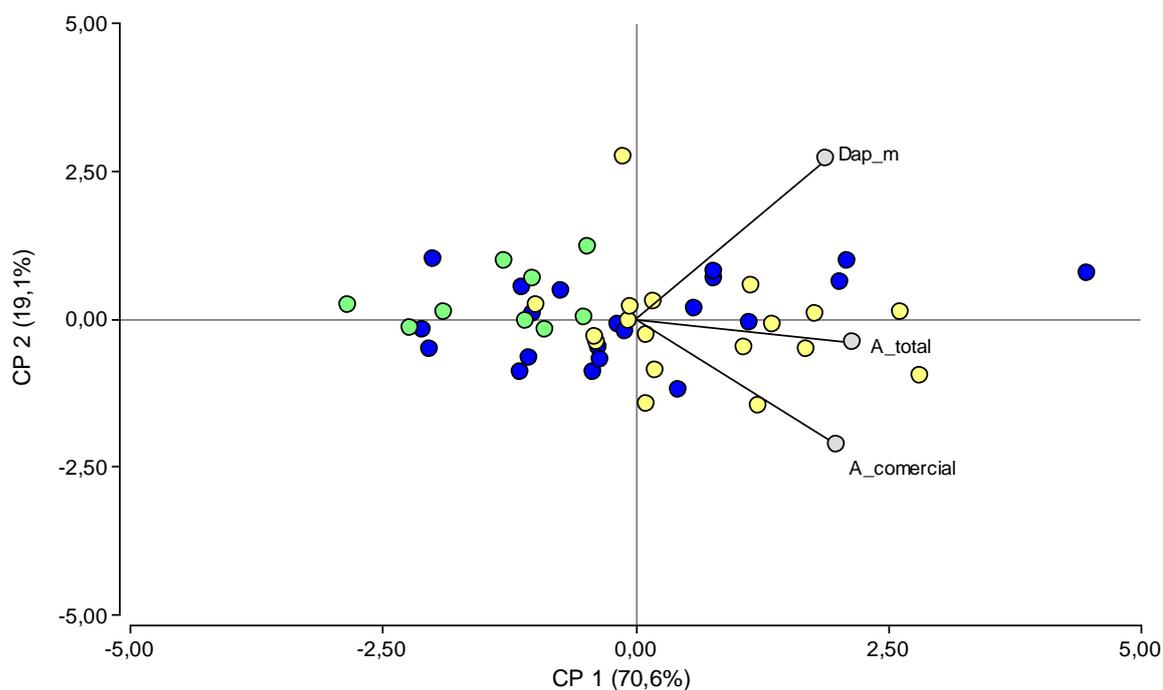


Figura 6. Biplot, resultado del análisis de componentes principales de las variables DAP (Dap\_m), altura comercial (AC), altura total (AT) de los árboles de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali. Diferentes colores representan a las comunidades: círculos azules Santa Margarita, círculos amarillos Nueva Luz y círculos verdes Pozo San Martín.

#### 4.1.3.- Calidad fenotípica de los árboles de caoba

Basado en el análisis de conglomerados que indican la calidad fenotípica de los árboles de caoba, se identificaron cuatro grupos ( $f=277$ ;  $p=0,0001$ ) (anexo 5). Estos grupos fueron nombrados en función de los indicadores de calidad como muy buena,

buena, media y regular (figura 7). Se encontraron 18 individuos con muy buena calidad fenotípica, 14 con buena calidad, 10 con calidad media y finalmente 6 con calidad regular, puesto que la mayoría de individuos podrían llegar a ser potenciales semilleros de la zona.

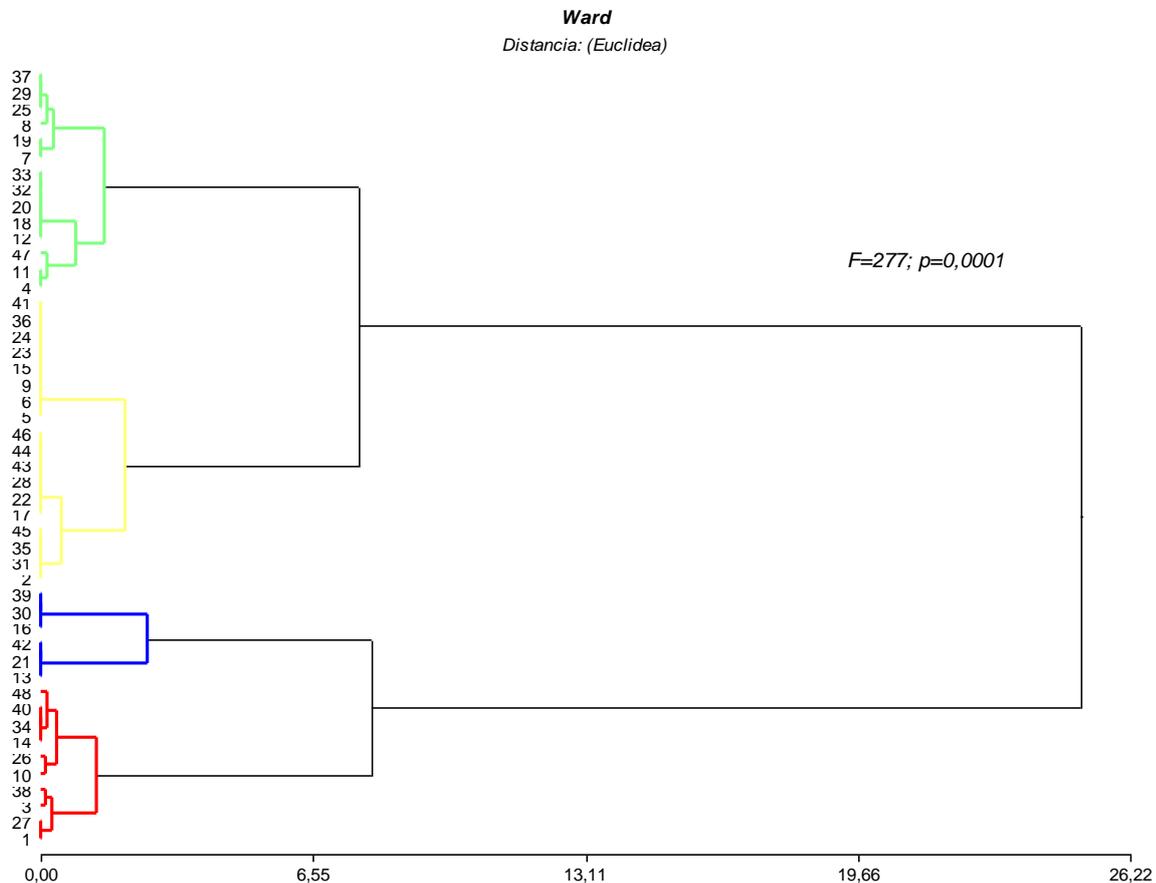


Figura 7. Agrupamientos basados en la calidad fenotípica de 48 árboles de caoba en tres comunidades indígenas del Purús. Diferentes colores en los grupos indican la calidad fenotípica: verde es buena, amarillo es muy buena, azul es regular y rojo es medio.

En la Figura 8 se puede observar que hubo un 56% de variabilidad explicada para el componente 1 y un 14,5% para el componente 2. Los individuos de la comunidad de Santa Margarita presentaron buenas formas de copa, de fuste y diámetros de copa, al igual que la comunidad de Nueva Luz. Estos parámetros podrían tomar ventaja en la fenología de la especie, al tener buena iluminación con copas grandes mejoraría la producción de los frutos.

Por ejemplo, en un estudio realizado por Snook et al. (2005), observaron la relación entre producción de frutos, el diámetro y la altura del árbol y el diámetro de la copa. Notaron una relación positiva entre la producción de frutos y el volumen de la copa de diferentes tamaños de árboles en seis años de evaluación, y llegaron a la conclusión de que los árboles con fustes, copas e incrementos mayores producen más semillas. En pocas palabras, una copa dañada produciría menos frutos (Salán 2011).

Nuestros resultados de individuos encontrados con muy buenas características concuerdan con Mori (2009), quien menciona que de los individuos encontrados en Purús, el 90% tuvo una posición emergente, el 8% estuvieron sometidos a iluminación plena vertical y solo un escaso 2% con iluminación vertical parcial. Entonces, la posición de la copa es de gran importancia para un árbol semillero, si se encuentra en posición emergente o con luz plena vertical serán vigorosos y podrían disponer de energía suficiente para destinarla a la reproducción. Asimismo, la calidad fenotípica de los árboles es independiente a la pertenencia de una comunidad (anexo 6).

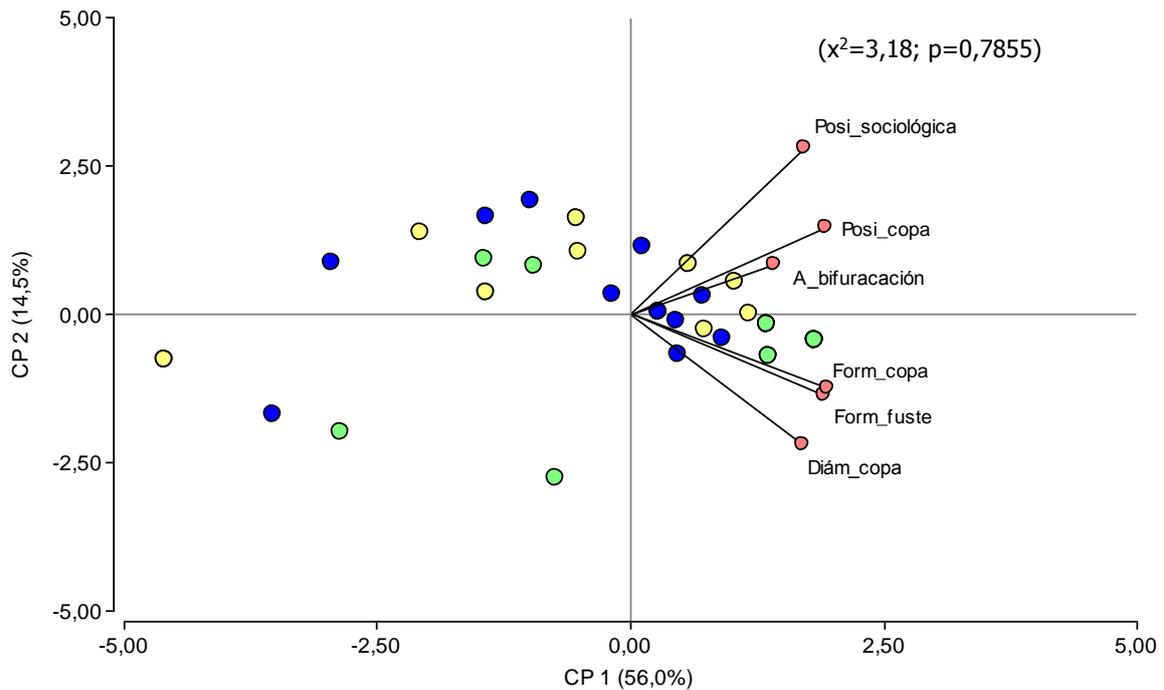


Figura 8. Biplot de la relación de los parámetros fenotípicos con las comunidades. Diferentes colores representan las comunidades: círculos azules Santa Margarita, círculos amarillos Nueva Luz, círculos verdes Pozo San Martín.

#### 4.2.- Estado fenológico y fitosanitario de las caobas

Durante el desarrollo del trabajo de campo comprendido entre los meses de mayo a julio, se observaron árboles de caoba con frutos. Del total que se registraron, solo el 52% de los árboles contenían frutos. Según la perspectiva de los pobladores locales sobre la fenología, la caoba no fructifica anualmente, sino cada dos años, esta variación también fue observada por Grogan et al. (2003); asimismo, mencionaron que la variación climatológica como pocas lluvias y la prematura estación seca en la zona podrían haber influenciado con la fructificación en el 2014.

Se encontró cierto grado de dificultad para poder observar los frutos, al estar en el bosque con muchas copas emergentes. En una primera visita, realizada en el mes de

mayo, se observaron frutos ya formados en la copa de los árboles (figura 9) y muchos de ellos en estado inmaduro caídos en el suelo. La cosecha de los frutos se inició en junio en la comunidad de Pozo Martín ubicado en el bajo Purús, y a finales de junio y comienzos de julio en Santa Margarita y Nueva Luz, que pertenecen al alto Purús y Curanja. En estas dos últimas comunidades, se observó que la mayoría de los frutos ya habían diseminado sus semillas, lo que quiere decir que el estado de madurez puede variar de acuerdo con la zona y es probable que se vea influenciado por las variaciones climáticas.

En estudios llevados a cabo en Quintana Roo, la floración empezó en el mes de marzo, con plena floración en abril a junio, y los frutos maduraron desde noviembre hasta marzo (Snook 1993; Snook et al. 2005). Por otro lado, Cabrera (2006), estudiando la composición arbórea y calidad de semillas de caoba y Santa María en Cobán, registró que la caoba inicia su floración a principios de abril y termina a finales de mayo. La producción de frutos es anual y se inicia a principios de junio. La maduración de los frutos tarda aproximadamente de 6 a 7 meses, y alcanza la maduración en diciembre y enero. Esto demuestra que la fenología de la caoba dependerá mucho de las condiciones ambientales en donde se encuentre.

Por otro lado, el estado fitosanitario denotó que solo el 21% de los individuos tuvieron problemas de alguna enfermedad, plagas o nidos de abejas y termitas (figura 10). Este porcentaje es relativamente bajo si tomamos en cuenta que la mayoría de individuos pertenecen a árboles maduros. Una característica de los árboles en este estado observados en campo fue la presencia de lianas y epifitas que podrían estar compitiendo por nutrientes con el mismo individuo, así como en algunos árboles se encontraron cicatrices dejadas por los madereros. Es probable que mientras quisieron aprovechar los árboles se dieron cuenta de que tenían oquedad en la zona medular, motivo por el cual fueron abandonados.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para los árboles semilleros es mantener principalmente la limpieza periódica de los termiteros, abejas, las lianas y epifitas, que podrían de alguna manera afectar en su crecimiento y desarrollo.



Figura 9. Árbol de caoba con frutos en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.



Figura 10. Árbol de caoba con presencia de abejas melíferas en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.

Con respecto a los frutos, los pobladores locales afirmaron que una de las causas por las que caen inmaduros y sufren de alguna manera daño es por la presencia de algunas aves como los loros *Amazona sp.* y guacamayos *Ara sp.*, que ocasionan daño en la parte superior del fruto para consumir las semillas (Rodríguez 1994; Howell y Webb 1995; Mayhew y Newton 1998) y además ocasionan su caída. Asimismo, se encontraron frutos en estado de pudrición con presencia de larvas que no cuentan con identificación (Figura 11).



Figura 11. a. Fruto de caoba inmaduro afectado por loros y guacamayos. b. Columela en estado de pudrición con presencia de larvas en la comunidad de Nueva Luz, Purús, Ucayali.

#### 4.3.- Potencial estimado de producción de frutos y semillas por comunidad

En el cuadro 4 se presenta el potencial de frutos y semillas encontrados en las tres comunidades indígenas del Purús. Se cosecharon frutos de 11 árboles (5 de Santa Margarita, 3 de Nueva Luz y 3 de Pozo San Martín), de ellos 5 correspondieron a la categoría fenotípica A, 3 a la categoría B y 3 a la categoría D. El mayor promedio de frutos por árbol para Santa Margarita fue de  $5,5 \pm D.E 3,03$ , en Nueva Luz  $8,5 \pm D.E 4,76$ , y finalmente en Pozo San Martín  $5,5 \pm D.E 3,03$ . El mayor número promedio de semillas lo obtuvo Santa Margarita  $52 \pm D.E 4,72$ , y el menor número fue encontrado en Nueva Luz con  $42 \pm D.E 11,09$ .

Se obtuvo en total la cosecha de 95 frutos con 4545 semillas, equivalentes a 2,27 kilos de semilla pura. Asimismo, se tuvo que el número de frutos estimados por observación en cada árbol para las tres comunidades fue de 952. En el caso de los 28 árboles que serían considerados potenciales semilleros con buenas características para la zona, mediante una regla de tres simple se obtendrían 2423 frutos que producirían 117 146 semillas por vez, equivalentes a 59 kilos de semilla pura. Debido a la logística y el tiempo se cosecharon pocos árboles, por eso se da como resultado la poca producción.

El potencial para producir semillas también dependerá de condiciones externas como las variaciones climáticas interanuales, debido a las olas de calor que ocasionan las sequías o los cambios bruscos de temperatura. Estas se presentan en determinadas épocas del año en la Amazonía, y pueden afectar la fenología de los frutos y la disponibilidad de los recursos (Niembro y Ramírez 2006; Valera y Aparicio 2011).

Cuadro 4. Potencial de producción de frutos y semillas de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali

Nº Cos	Comunidad indígena	A	B	C	D	E	F
1	Santa Margarita	A	29	3,0 ± 1,58	130	52 ± 4,72	6812
2	Santa Margarita	A	29	5,0 ± 2,54	78	43 ± 7,33	3328
3	Santa Margarita	A	26	5,5 ± 3,03	110	46 ± 7,24	5093
4	Santa Margarita	B	22	5,5 ± 3,03	89	48 ± 7,50	4308
5	Santa Margarita	D	15	3,0 ± 1,58	50	50 ± 3,19	2210
6	Nueva Luz	B	22	4,0 ± 2,16	86	49 ± 4,76	4214
7	Nueva Luz	D	15	4,0 ± 2,16	60	42 ± 11,09	2546
8	Nueva Luz	D	15	8,5 ± 4,76	50	49 ± 5,76	2441
9	Pozo San Martín	B	21	3,5 ± 1,87	75	51 ± 5,93	3825
10	Pozo San Martín	A	29	5,5 ± 3,03	100	50 ± 10,04	5020
11	Pozo San Martín	A	30	5,5 ± 3,03	124	50 ± 5,31	6225
<b>Total</b>					<b>952</b>		<b>46022</b>

Leyenda: N° Cos=Número de cosecha; A=Categoría; B=Puntuación; C=Promedio de frutos ± desviación estándar; D=Número de frutos por árbol estimado; E=Número de semillas promedio por árbol ± desviación estándar; F=Número de semillas estimadas por árbol.

#### 4.4.- Porcentaje de pureza y contenido de humedad de las semillas

CATIE (2000) menciona que se puede encontrar porcentajes de pureza que varían entre 95 a 99% y contenidos de humedad entre 9 a 12%. En este estudio se registró un promedio de 95,84% de pureza, con 4,16% de material inerte y 11,57% de humedad. Estos valores indican que el lote en su mayoría correspondió a semillas puras, y con la humedad obtenida podemos conservar las semillas de 6 a 8 meses en condiciones ambientales naturales. Incluso para poder mantenerlas por un periodo más prolongado este porcentaje tendría que disminuir hasta 4%. De igual manera, en 1000 semillas se tuvo un peso de 607,66 gramos en promedio, en un kilogramo de semillas existió 1637 semillas puras y 1647 semillas con impurezas en promedio. Estos resultados guardan alguna semejanza con los encontrados en México, 70,37% de pureza y 10,80% de humedad (Quinto et al. 2009), pero son diferentes a los reportados en Costa Rica, 98,85% de pureza y 4,8% de humedad (Samaniego 1995), y Guatemala, 99,5% de pureza y 5,40% de humedad (Cabrera 2006).

#### 4.5.- Efecto de las características fenotípicas sobre la germinación de semillas

Se encontró diferencia significativa en el tratamiento D ( $p=0,0001$ ) que corresponde a árboles no deseados, mientras que para los tratamientos A y B, que corresponden a árboles buenos y regulares, no se encontraron diferencias entre los parámetros fenotípicos (anexo 7). Entre tanto, el porcentaje promedio de semillas germinadas para los tratamientos A y B fueron 52 y 51% respectivamente (figura 12), en comparación con el tratamiento D que solo tuvo un 28%. Aunque los resultados no son

óptimos, se hace referencia a que los árboles con buenos diámetros, fustes rectos, copas emergentes y perfectas, incluso con presencia leve de ciertas estructuras como nidos de termitas y hongos en el fuste, poseen mayor ventaja en la viabilidad de semillas en comparación con aquellos que poseen bifurcación, oquedad y problemas de sanidad que afectan la calidad de las mismas.

Los porcentajes bajos encontrados en este estudio probablemente se deban a que las condiciones no eran las adecuadas para este proceso, puesto que una buena disponibilidad de humedad y temperatura del suelo es necesaria para la germinación de esta especie (Parraguirre 1994; Synnott 2009). Por otro lado, aunque una semilla esté morfológicamente madura, la mayoría de ellas pueden continuar siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar reajustes en su equilibrio hormonal hasta alcanzar su madurez fisiológica (García et al. 2006), puesto que cosechar frutos con semillas no maduras puede influenciar en la germinación.

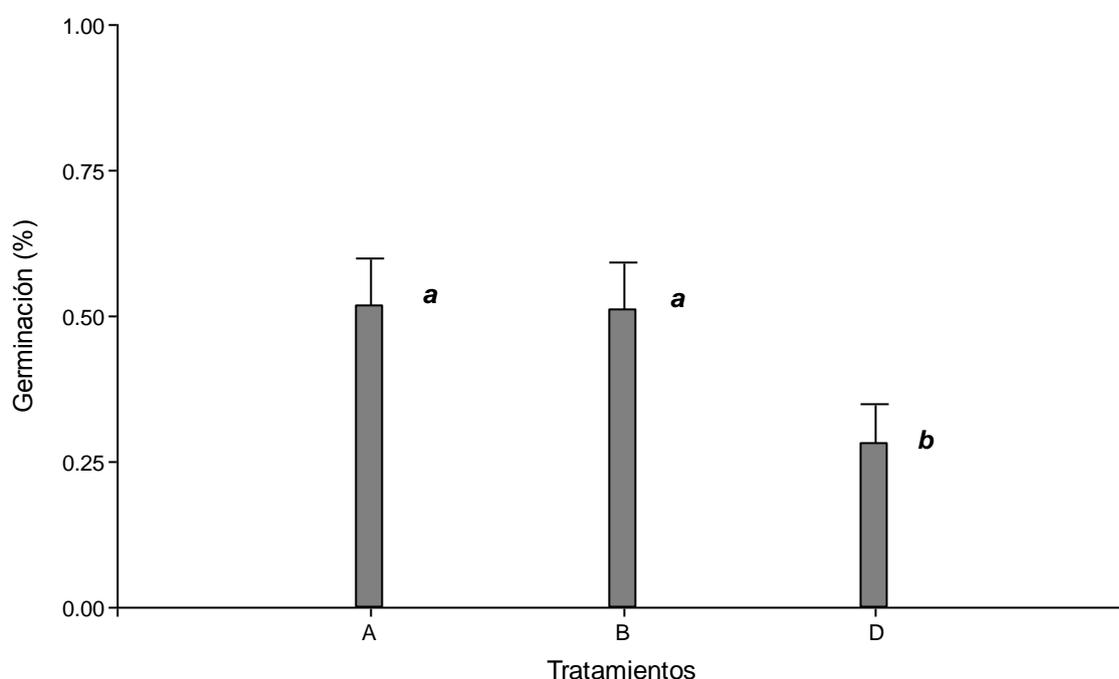


Figura 12. Porcentaje de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos provenientes de las características fenotípicas de los árboles de caoba en Purús, Ucayali. (A=semillas de árboles buenos, B=semillas de árboles regulares, D=semillas de árboles no deseados).

Las tasas de germinación en vivero suelen ser más bajas que las realizadas en el laboratorio, debido a que el impacto de factores ambientales y las características edáficas del suelo podrían influenciar en los resultados (Samaniego 1995).

Se documentó que la germinación de las semillas requirió de 18 hasta los 31 días (figura 13), además, se encontró diferencia entre los días de germinación ( $p=0,0001$ ), y la tasa entre de procedencia, Nueva Luz y Santa Margarita mostraron mayores tasas de germinación que Pozo San Martín. Puesto que los tratamientos inician y terminan este

proceso con pocas semillas (anexo 8) y alcanzan su máximo número a partir del día 22 al 24, esta diferencia se debe a que las semillas provenientes de árboles no deseado fue la que alcanzó un bajo porcentaje de semillas germinadas, como se observa en el gráfico. Sin embargo, los resultados se encuentran dentro de los rangos de días de germinación observados en otros estudios (Schmidt y Joker 2000; Cordero y Boshier 2003; Acosta-López et al. 2011).

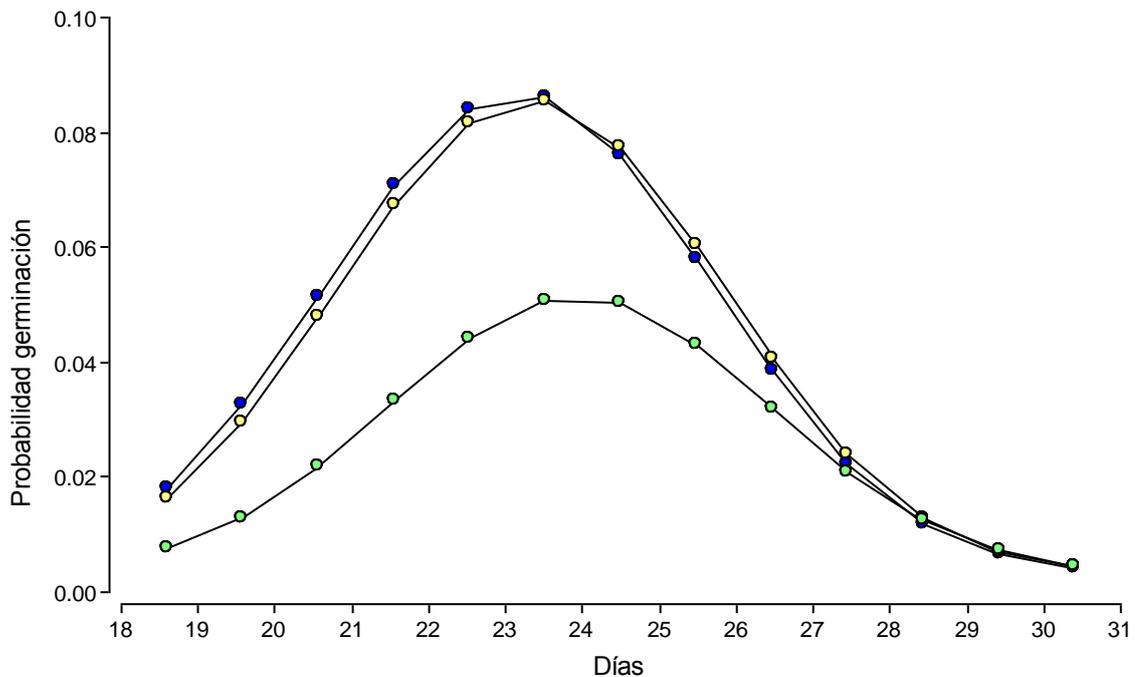


Figura 13. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba provenientes de las características fenotípicas de los árboles ( $p=0,0001$ ). Puntos de color azul pertenecen al tratamiento A (semillas de árboles buenos), puntos de color amarillo B (semillas de árboles regulares), puntos de color verde D (semillas de árboles no deseados).

#### 4.6.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles

Considerando los 28 árboles que fueron identificados como potenciales semilleros en las tres comunidades (anexo 2), y teniendo como referencia en promedio 3 Kg de semillas por árbol, el cual nos daría un total de 84 kg de semillas aproximadamente, se tiene el siguiente cuadro 5.

Cuadro 5. Beneficios de la cosecha de 28 árboles semilleros en tres comunidades de Purús, Ucayali

Cantidad árboles	Cantidad semillas (Kg)	Cantidad camas (10 m <sup>2</sup> )	Número semillas	Plántulas (Soles)	Ha.	Fam.	Ingresos (Soles)	Ingresos (Dólares)
-	1,91	1	3127	15635	-	-	-	-
28	84	44	137522,51	687762,55	144	60	11462,71	3820,9

Leyenda: Ha= Hectáreas, Fam= Número de familias.

Entonces, en una cama almaciguera de 10 m<sup>2</sup> se necesitarían 1,91 kg de semillas (Anexo 9), pero ¿qué pasa si las comunidades deciden instalar mayor número de camas con la cosecha de semillas de los 28 árboles? Esto resultaría en un total aproximado de 84 kg, para ello se calculó y se observó que 44 camas almacigueras son necesarias para suplir esta cantidad.

Luego, en 84 kg se tienen 137522,51 semillas aproximadamente, pero en la mayoría de los casos muchas de estas se pierden en los almácigos, vivero, trasplante, reposiciones, etc., por lo que a esta cantidad le adicionamos un 20%. Así se obtiene un total de 165027,01 de semillas para hacer germinar.

Ahora necesitamos conocer cuántas hectáreas se pueden plantar con esta cantidad de semillas. Según la referencia bibliográfica (Cruz 2013), se necesitan entre 625 a 1667 plántulas por hectárea que se pueden forestar con caoba. Si promediamos estos resultados obtendríamos 1146 plántulas por hectárea, por lo que en una hectárea se puede obtener 1146 plántulas, y para 165027,01 plántulas se estima que se necesitarían 144 hectáreas aproximadamente.

Si consideramos los beneficios económicos que se pueden obtener con la siembra de cada plántula por familia que cosecha las semillas, se estima que el costo de cada plántula en Purús es de 5 soles, que se multiplica por la producción de S/.137 522,51 y se obtiene un aproximado de 687 762,55 soles, equivalentes a \$22 9254 dólares. Entonces, si participan 20 familias en promedio por comunidad, en la cosecha de las semillas tendríamos 60 familias que, al dividir los ingresos que son 687.762,55 soles entre ellas, se generaría 11 462,71 soles equivalentes a \$3 820,90 dólares por año de cosecha. Esta cifra es muy significativa si consideramos que el ingreso económico por familia en la localidad de Purús es de 342,9 soles, que equivale a 114,3 dólares (BCRP 2012). Por otro lado, si la comunidad decidiera obtener estos beneficios, se necesitaría implementar una mayor logística para la cosecha de los 28 árboles, seleccionar cuántos kilos de semilla se destinarían para la venta y cuántos para los almácigos y otros aspectos de suma relevancia.

## 5.- CONCLUSIONES

Las características fenotípicas de los individuos de caoba mostraron que estos se encuentran en mayor medida en el estrato superior del bosque, con copas buenas y emergentes y diámetros de tamaño considerable, características que son necesarias para ser considerados árboles semilleros. En las comunidades de Nueva Luz y Santa Margarita se encontraron los árboles más altos.

El manejo de semillas implicaría identificar posibles semilleros en el futuro que tengan buen fenotipo para ser considerados como una fuente permanente de semillas donde se conozca su origen. Para la selección de estos árboles se tendría que capacitar a los pobladores en la evaluación de estas características y además elaborar un registro fenológico que sirva de apoyo en la planificación de las épocas del año para la cosecha de las semillas.

En la población de caobas en las comunidades estudiadas se encontraron escasos individuos jóvenes y muy adultos, debido a la intensa extracción por parte de los madereros o por factores naturales que podrían haber influenciado la alteración de estos ecosistemas. Lo anterior dificultaría una selección de individuos con mejores características para el flujo de genes.

El potencial de producción de semillas dependerá de la cantidad de las mismas contenidas en un fruto, y puede verse afectado por diversos factores como extensas sequías u olas de friaje, que son típicas de la región. La producción de semillas podría mantenerse en el futuro si se manejan conscientemente las poblaciones naturales empezando por la identificación de los árboles semilleros, el registro de datos fenológicos para la producción de frutos y semillas, la dispersión, la germinación y el involucramiento de las comunidades en cada uno de estos procesos.

Los pobladores locales son conscientes de que la fenología de los árboles no es igual todos los años y que la producción de semillas tiende a ser escasa, motivo por el cual una manera de garantizar la producción racional es realizando una cosecha sostenible, que consiste en escalar los árboles sin necesidad de cortarlos. En la zona de estudio, los pobladores recorren distancias relativamente cortas para cosechar los frutos, entre 2 y 5 kilómetros -lo cual significa que el recurso está cerca y conservado-, en comparación con otros lugares de la Amazonía peruana.

En la germinación, los árboles que presentan óptimas características fenotípicas como grandes diámetros, fustes rectos, copas emergentes y perfectas, incluso con presencia leve de nidos de termitas en el fuste, poseen ventaja en la viabilidad de las semillas. De ahí la importancia de registrar los mejores individuos para establecer una fuente continua en la producción y en la propagación de las semillas, que al mismo tiempo beneficie económicamente a las comunidades.

Los pobladores de las tres comunidades de Purús podrían generar mayores ingresos si se organizan para la cosecha de un mayor número de árboles semilleros, que

implicaría una mayor logística en el desarrollo de esta actividad. Así ayudan a proteger el hábitat de la caoba y mejoran la calidad de vida de las comunidades.

## **6.- RECOMENDACIONES**

Continuar con estudios ecológicos de la caoba aplicando diferentes metodologías que nos permitan conocer la abundancia de las poblaciones naturales y establecer lineamientos para su manejo.

Realizar observaciones referentes a la fenología que permitan evaluar los tiempos de ocurrencia de las fenofases para establecer estrategias de manejo, y de esta manera tener una mejor planificación en la cosecha de las semillas.

Contar con datos meteorológicos de la zona que contribuirían al conocimiento sobre las condiciones climáticas que servirían para relacionarlas con la fenología de la especie.

Realizar estudios tendientes a la regeneración natural para conocer qué tanto puede influenciar la cosecha de la semillas en el repoblamiento de los bosques.

Continuar con los estudios sobre germinación de las semillas utilizando diferentes tratamientos, puesto que sembrar semillas provenientes de árboles con buenas características fenotípicas alcanzan mayores resultados.

Sensibilizar a otras comunidades sobre la importancia del manejo de las semillas de la caoba y capacitar a personas locales sobre la actividad de cosecha.

## **7.- BIBLIOGRAFÍA**

Acosta, G.R. 2011. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King. de tres procedencias del estado de Tabasco, México. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 59 p.

Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. *Lacandonia* 5(1): 13-20.

Aguirre, A; Fassbender, D. 2012. Árboles semilleros, árboles plus: consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros. *Boletín de Divulgación Técnica*, Lima. 6 p.

Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 7(1):115 – 123.

- Arriaga, M.V.; Cervantes, G.V.; Vargas-Mena, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Instituto Nacional de Ecología. UNAM, Facultad de Ciencias. Río Elba N° 20. Colonia Cuauhtémoc. México, D.F. 186 p.
- BCRP. 2012. Informe Económico y Social Región Ucayali. Encuentro económico región Ucayali, Perú. 147 p.
- Buitrón, X.; Mulliken, T. 2001. El apéndice III de CITES y el comercio de la caoba (*Swietenia macrophylla*). TRAFFIC International. Quito, Ecuador. 25 p.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *rekoii* standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Guatemala. 66 p.
- Calvo, J. 2000. Visión general: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. Capítulo 7. 23 p.
- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Cerdán, C. 2007. La Tala ilegal de caoba (*Swietenia macrophylla*) en la Amazonía Peruana y su comercialización al mercado exterior. AIDSESEP. Lima – Perú (en línea). Consultado 16 enero 2015. Disponible en [https://launderingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala\\_ilegal\\_de\\_caoba\\_en\\_peru\\_aidesep.pdf](https://launderingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala_ilegal_de_caoba_en_peru_aidesep.pdf)
- CONIFOR; CIFOP; MAJAGUAL. 2007. Propuesta nacional para el manejo sostenible de la *Swietenia macrophylla* king "caoba" en Ecuador. Quito. 49 p.
- Contreras, J.; Rodríguez, G.; Molina, V. 2001. Estudio de crecimiento diamétrico de especies maderables comerciales. Conservación Internacional PROPETEN. Carmelita, San Andrés Petén. 11 p.
- Cordero, J.; Boshier. D. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Oxford, Reino Unido. 1079 p.
- Cruz, F.M. 2003. La caoba, una alternativa para áreas deforestadas de la Huasteca Potosina. Folleto para productores N° 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Huichihuayan. Serapio Rendón N° 83. México, D.F. 24 p.

- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzales, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA. Cordoba, AR, Universidad Nacional de Cordoba.
- Charles, B.; Kenny-Jordan; Herz, C.; Añazso, M.; Andrade, M. 1999. Construyendo cambios: una propuesta de manejo participativo de los recursos naturales renovables para el nuevo milenio. Desarrollo Forestal comunitario en los Andes. Cap. V. Quito, Ecuador. 28-35 p.
- Flores, T. F.; Chavarry, S. L. 2005. Guía para la selección de "árboles plus" para tres especies forestales nativas de la región andina- consideraciones generales. Programa ADEFOR, FOSEFOR, COSUDE, INTERCOOPERACIÓN, SAMIRI, documento Nº 01, Cajamarca, Perú. 52 p.
- Fredericksen, T, 2003. Consideraciones para árboles semilleros en bosques tropicales bajo manejo en Bolivia. Proyecto BOLFOR – The Forest Management Trust. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 23 p.
- Galván, O. 2003. Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra maculosa* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 79 p.
- García, B.F.; Rosello, C.J.; Santamarina, S.P. 2006. Introducción al funcionamiento de las plantas. Editorial de la UPV. España. 181 p.
- Grogan, J.; Galvao, J.; Simões, L.; Veríssimo, A. 2003. Regeneration of big-leaf mahogany in closed and logged forests of southeaster Pará, Brazil. *In* Lugo, A.; Figueroa Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag, p. 193-208.
- Gullison, R.E.; Hubbell. S.P. 1992. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en el Bosque Chimanes, Bolivia". *Ecología en Bolivia* 19:43-56.
- Gullison, R.E.; Panfill, S.N.; Strouse, J.J.; Hubbell, S.P 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122(1):9-34.
- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). San José – Costa Rica. 216 p.
- INRENA. 1999. Reserva del Alto Purús, Expediente Técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- ITTO, 2003. Racionalizando el comercio de la Caoba. Serie técnica Nº 22. 58 p.
- Jara, F. 1995. Identificación y selección de fuentes semilleras. *In*. Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. Serie Técnica No. 32. Bogotá. 156 p.

- Lombardi, I.; Garnica, C.; Carranza, J.; Barrena, V.; Ortiz, H.; Gamarra, J.; Ponce, B. 2010. Evaluación de la recuperación de las poblaciones naturales de caoba y cedro en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Forestales. Lima. 79 p.
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Mayhew, J.E.; Andrew, M.; Sandom, J.H.; Thayaparan, S.; Newton, A.C. 2003. Silvicultural systems for big-leaf mahogany plantations. *In*. Lugo, A.; Figueroa Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag, p. 261-277.
- Mesén, F. 1994. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. Curso nacional sobre selección, clasificación y manejo de fuentes semilleras. CATIE-DANIDA, San Carlos, Costa Rica. 56 p.
- Mori, J. 2009. Diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús. Informe Final de Consultoría, Pucallpa. 82 p.
- Murillo, O. 1990. Estrategias a corto plazo de producción de semilla mejorada genéticamente para la reforestación en Costa Rica. *Tecnología en marcha* 10(4): 23-27.
- Navarro, C. 1999. Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Niembro, R.A.; Ramírez-García, E.O. 2006. Evaluación de la cantidad y calidad biológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King- Meliaceae) procedentes de una plantación en el Estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 8(1):23-30.
- Parraguirre, L. C. 1994. Germinación de las semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo. *In* Snook, L.K.; Barrera, A. (eds.) Madera, chicle, caza y milpa. Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. Memorias del Taller, Chetumal. Quintana Roo, México. p. 67-80.
- Plana, E. 2000. Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical. Curso sobre gestión y conservación de bosques tropicales. Bloque II: Gestión Forestal y Agroforestería en los Trópicos (en línea). Consultado 22 setiembre 2014. Disponible en <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/personal/sburneo/cursos/ecologiaII/Bibliografia/2-4%20Ecologia%20y%20dinamica%20BHT.pdf>

- Quevedo, H. L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. Turrialba. 221 p.
- Quinto, L.; Martínez-Hernández, P.A.; Pimentel-Bribiesca, L.; Rodríguez-Trejo, D.A. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1):23-28.
- Quispe, A.; Tello, J. 2013. Estudio de mercado, producción y comercialización de semillas de caoba en el Purús (en línea). Consultado 15 enero. 2015. Disponible en: [http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO\\_DE\\_PRODUCCION\\_COMERCIALIZACION\\_SEMILLAS\\_DE\\_CAOBA.pdf](http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO_DE_PRODUCCION_COMERCIALIZACION_SEMILLAS_DE_CAOBA.pdf)
- Reynel, R. C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. 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. ICRAF. Lima, Perú. 509 p.
- Richards, P.W. 1996. The tropical rain forest. An ecological study. Second edition. Cambridge University press. United Kingdom. 575 p.
- Ríos, J.; Stern, M.; León, F.; Reátegui, F. 2002. Análisis del estado de conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Lima (Perú), WWF – Oficina Programa Perú. Vol. 1. Texto del informe. 99 p.
- Rodríguez, S.B.; Chavelas P.J.; García C.X. 1994. Dispersión de semilla y establecimiento de caoba después de un tratamiento mecánico del sitio. *In* Snook, L.K.; Barrera. A. Madera, chicle, caza y milpa. Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. Memorias del Taller, Chetumal. Quintana Roo, México p. 81-89.
- Rubio, H.; Mena, J.L.; Germaná, C. 2014. Latidos de la Selva: corredor de conservación Purús-Manu. Consorcio Purús-Manu. WWF, CARE Perú, ProNaturaleza, ProPurús, Sociedad Zoológica de Fráncfort, ORAU. Lima - Perú. 96 p.
- Sabogal, C.; Castillo, A.; Mejía, A.; Castañeda, A. 2001. Aplicación de un tratamiento silvicultural experimental en un bosque de La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales n° 22. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p.
- Salán, S.I. 2011. Inventariación y selección de árboles de cedro, con características semilleras en los sectores: el 51, el pindo y el mirador de los cantones de la provincia de pastaza. Tesis de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 74 p.

- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Schmidt, L; Joker, D. 2000. *Swietenia macrophylla* King. Denmark, Danida Forest Seed Centre. Seed Leaflet Bulletin N 30. 2 p.
- Snook, L. K.1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forest of the Yucatan Peninsula, Mexico. Doctoral Dissertation. Yale School of Forestry and Environmental Studies. University Microfilms International. Ann Arbor, MI, USA.
- Snook, L. K. 2000. Regeneration and growth of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the forests of Quintana Roo, Mexico. *Ciencia Forestal en México* 25(87):59-76.
- Snook, L.K. 2003. Regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatán forests. *In* Lugo, A.; Figueroa, J.C.; Alayón, M. (eds.), Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York, Springer. p 169-192.
- Snook, L.K.; Cámara C.L.; Kelty, M.J. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): Patterns of variation and implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 206:221-235.
- Synnott, T.J. 2009. La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. Corredor Biológico Mesoamericano-México, Conabio. México, D.F., México. 152 p.
- Torres, J.M. 2003. Análisis técnico del sistema de manejo conocido como Plan Piloto Forestal de Quintana Roo. *In* Bray, D.B.; Santos,V.; Armijo, N. (eds.). Investigaciones en apoyo de una economía de conservación en la Zona Maya de Quintana Roo, informes sobre proyectos de investigación colaborativa entre instituciones académicas en México, Estados Unidos y la OEPFZM. UNORCA. p. 38-46.
- Trigoso, J.; Stern, M.; León, F.; Reátegui, F. 2002. Análisis del estado de conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Lima - Perú. 87 p.
- Varela, S.A.; Aparicio, A.G. 2011. Aspectos básicos sobre semillas y frutos de especies forestales. Recomendaciones para su cosecha. *In* Varela, S.A.; Aparicio, A.G. (eds.). Serie técnica Sistemas Forestales Integrados Área Forestal - INTA EEA Bariloche. Silvicultura en vivero, Cuadernillo 1. Argentina. 10 p.
- Vargas, C.; Lombardi, I. 2006. Fortalecimiento de las autoridades administrativas y científicas CITES-Perú. Informe Técnico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima -Perú. 28 p.

Veríssimo, A.; Barreto, P.; Tarifa, R.; Uhl, C. 1992. Mahogany extraction in the eastern Amazon: a case study. *In* Hartshorn, G. (ed.). Mahogany Workshop: Review and Implications of CITES. Tropical Forest Foundation. 8 p.

## 8.- ANEXOS

### Anexo 1.- Características fenotípicas de las caobas en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

N_árbol	C_Indígena	Cód.	Dap_m	HC	HT	E_aprox	PS	FF	AB	IC	FC	DC
1	Santa Margarita	Ca1	0,73	18	27	45	3	4	6	5	3	3
2	Santa Margarita	Ca2	1,92	20	26	80	3	6	4	5	5	5
3	Santa Margarita	Ca3	1,31	16	25	60	3	4	6	5	2	3
4	Santa Margarita	Ca4	1,98	18	28	120	3	4	4	5	3	5
5	Santa Margarita	Ca5	1,59	16	24	80	3	6	6	5	5	5
6	Santa Margarita	Ca6	1,04	15	23	80	3	6	6	5	5	5
7	Santa Margarita	Ca7	1,31	17	28	70	3	6	4	5	4	5
8	Santa Margarita	Ca8	0,89	16	22	65	3	6	4	5	3	5
9	Santa Margarita	Ca9	2,55	25	33	160	3	6	6	5	5	5
10	Santa Margarita	Ca10	0,61	15	25	50	3	4	4	5	2	3
11	Santa Margarita	Ca11	0,48	14	22	40	3	6	6	5	3	3
12	Santa Margarita	Ca12	0,67	14	26	45	3	4	4	5	4	5
13	Santa Margarita	Ca13	0,37	8	22	35	3	2	2	4	3	3
14	Santa Margarita	Ca14	1,15	13	20	70	3	4	4	5	4	5
15	Santa Margarita	Ca15	1,59	15	25	120	3	6	6	5	5	5
16	Santa Margarita	Ca16	0,67	15	20	80	3	4	6	5	4	3
17	Santa Margarita	Ca17	0,95	10	22	140	3	6	6	5	4	5
18	Santa Margarita	Ca18	0,93	13	20	90	3	4	4	5	4	5
19	Santa Margarita	Ca19	0,87	13	27	100	3	4	6	5	4	5
20	Santa Margarita	Ca20	0,92	7	19	90	3	6	2	5	4	5
21	Santa Margarita	Ca21	0,54	13	16	50	2	4	6	3	3	3
22	Nueva Luz	Ca1	1,50	18	30	85	3	6	6	5	4	5
23	Nueva Luz	Ca2	0,80	20	30	80	3	6	6	5	5	5
24	Nueva Luz	Ca3	1,38	18	28	90	3	6	6	5	5	5
25	Nueva Luz	Ca4	1,02	14	25	90	3	6	6	5	5	3
26	Nueva Luz	Ca5	1,20	20	38	85	3	2	6	4	3	3
27	Nueva Luz	Ca6	1,20	18	32	90	3	4	6	5	3	3
28	Nueva Luz	Ca7	1,15	14	24	70	3	6	6	5	4	5
29	Nueva Luz	Ca8	1,78	4	28	95	3	6	6	5	5	3
30	Nueva Luz	Ca9	1,72	20	32	88	3	6	6	5	5	5
31	Nueva Luz	Ca10	0,88	18	24	80	3	6	4	5	5	5
32	Nueva Luz	Ca11	0,58	18	26	70	3	6	6	5	4	3
33	Nueva Luz	Ca12	0,87	15	23	75	3	6	6	5	4	3
34	Nueva Luz	Ca13	1,15	18	28	80	3	6	4	5	4	5
35	Nueva Luz	Ca14	1,04	16	24	100	3	4	6	5	5	5
36	Nueva Luz	Ca15	0,86	14	24	90	3	6	6	5	5	5
37	Nueva Luz	Ca16	1,21	14	25	85	3	4	4	5	5	5
38	Nueva Luz	Ca17	0,95	12	21	70	3	4	4	5	4	3
39	Nueva Luz	Ca18	1,43	14	30	130	3	6	6	5	5	5

40	Pozo San Martín	Ca1	0,67	10	19	60	3	6	4	5	4	3
41	Pozo San Martín	Ca2	1,04	10	22	60	3	6	6	5	5	5
42	Pozo San Martín	Ca3	0,46	7	17	20	2	6	2	4	3	3
43	Pozo San Martín	Ca4	0,86	13	20	70	3	6	6	5	4	5
44	Pozo San Martín	Ca5	1,37	10	23	80	3	6	6	5	4	5
45	Pozo San Martín	Ca6	0,89	12	25	100	3	6	4	5	5	5
46	Pozo San Martín	Ca7	1,04	8	22	70	3	6	6	5	4	5
47	Pozo San Martín	Ca8	0,51	10	18	60	2	6	6	4	4	5
48	Pozo San Martín	Ca9	0,80	13	22	70	3	4	6	4	3	3

Leyenda: HC=Altura tota, HT=Altura total, E. aprox=Edad aproximada, PS=Posición sociológica, FF=Forma de fuste, AB=Altura de bifurcación, IC=Iluminación de la copa, FC=Forma de la copa, DC=Diámetro de la copa.

## Anexo 2.- Características fenotípicas de los 28 árboles considerados como semilleros en las comunidades de Purús, Ucayali, Perú

N_árbol	Cód	C_Indígena	Dap_m	HC	HT	E_aprox	PS	FF	AB	IC	FC	CD	Punt.
1	Ca2	Santa Margarita	1,92	20	26	80	3	6	4	4	5	5	27
2	Ca5	Santa Margarita	1,59	16	24	80	3	6	6	4	5	5	29
3	Ca6	Santa Margarita	1,04	15	23	80	3	6	6	4	5	5	29
4	Ca7	Santa Margarita	1,31	17	28	70	3	6	4	4	4	5	26
5	Ca8	Santa Margarita	0,89	16	22	65	3	6	4	4	3	5	25
6	Ca9	Santa Margarita	2,55	25	33	160	3	6	6	4	5	5	29
7	Ca11	Santa Margarita	0,48	14	22	40	3	6	6	4	3	3	25
8	Ca15	Santa Margarita	1,59	15	25	120	3	6	6	4	5	5	29
9	Ca17	Santa Margarita	0,95	10	22	140	3	6	6	4	4	5	28
10	Ca19	Santa Margarita	0,87	13	27	100	3	4	6	4	4	5	26
11	Ca1	Nueva Luz	1,5	18	30	85	3	6	6	4	4	5	28
12	Ca2	Nueva Luz	0,8	20	30	80	3	6	6	4	5	5	29
13	Ca3	Nueva Luz	1,38	18	28	90	3	6	6	4	5	5	29
14	Ca4	Nueva Luz	1,02	14	25	90	3	6	6	4	5	3	27
15	Ca7	Nueva Luz	1,15	14	24	70	3	6	6	4	4	5	28
16	Ca8	Nueva Luz	1,78	4	28	95	3	6	6	4	5	3	27
17	Ca10	Nueva Luz	0,88	18	24	80	3	6	4	4	5	5	27
18	Ca11	Nueva Luz	0,58	18	26	70	3	6	6	4	4	3	26
19	Ca12	Nueva Luz	0,87	15	23	75	3	6	6	4	4	3	26
20	Ca14	Nueva Luz	1,04	16	24	100	3	4	6	4	5	5	27
21	Ca15	Nueva Luz	0,86	14	24	90	3	6	6	4	5	5	29
22	Ca16	Nueva Luz	1,21	14	25	85	3	4	4	4	5	5	25
23	Ca2	Pozo San Martín	1,04	10	22	60	3	6	6	4	5	5	29
24	Ca4	Pozo San Martín	0,86	13	20	70	3	6	6	4	4	5	28
25	Ca5	Pozo San Martín	1,37	10	23	80	3	6	6	4	4	5	28
26	Ca6	Pozo San Martín	0,89	12	25	100	3	6	4	4	5	5	27
27	Ca7	Pozo San Martín	1,04	8	22	70	3	6	6	4	4	5	28
28	Ca8	Pozo San Martín	0,51	10	18	60	2	6	6	3	4	5	26

Leyenda: Cód=Código de árbol, Dap\_m=Diámetro en metros, HC=Altura tota, HT=Altura total, E\_aprox=Edad aproximada, PS=Posición sociológica, FF=Forma de fuste, AB=Altura de bifurcación, IC=Iluminación de la copa, FC=Forma de la copa, DC=Diámetro de la copa, Punt=Puntaje obtenido.

**Anexo 3.-** Correlación de las variables DAP y Altura total de los árboles en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

### **Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearson</u>	<u>p-valor</u>
Dap_m	A_total	48	0,58	<0,0001

**Anexo 4.-** Análisis de componentes principales (Matriz de correlación de Pearson) en relación con la edad, altura comercial y total de los individuos de caoba

### **Análisis de componentes principales**

*Datos estandarizados*

*Casos leídos 48*

*Casos omitidos 0*

### **Variables de clasificación**

Caso

### **Matriz de correlación/Coefficientes**

	<u>A comercial</u>	<u>A total</u>	<u>Edad aprox</u>
<u>A_comercial</u>	1,00		
<u>A_total</u>	0,66	1,00	
<u>Edad aprox</u>	0,31	0,45	1,00

### **Matriz de correlación/Probabilidades**

	<u>A comercial</u>	<u>A total</u>	<u>Edad aprox</u>
<u>A_comercial</u>			
<u>A_total</u>	<0,0001		
<u>Edad aprox</u>	0,0340	0,0012	

### **Autovalores**

<u>Lambda</u>	<u>Valor</u>	<u>Proporción</u>	<u>Prop Acum</u>
1	1,96	0,65	0,65
2	0,72	0,24	0,89
3	0,32	0,11	1,00

## Autovectores

Variables	e1	e2
A_comercial	0,59	-0,51
A_total	0,64	-0,18
Edad aprox	0,49	0,84

## Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2
A_comercial	0,83	-0,43
A_total	0,89	-0,15
Edad aprox	0,69	0,72

**Anexo 5.-** Análisis de varianza para los grupos de calidad fenotípica de los individuos de caoba

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Icalidad fenotípica	48	0,95	0,95	8,26

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,04	3	1,01	277,57	<0,0001
Conglomerado	3,04	3	1,01	277,57	<0,0001
Error	0,16	44	3,7E-03		
Total	3,20	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05404**

Error: 0,0037 gl: 44

Conglomerado	Medias	n	E.E.	
2	0,19	6	0,02	A
1	0,56	10	0,02	B
4	0,79	14	0,02	C
3	0,96	18	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 6.-** Tabla de contingencia de los grupos de calidad fenotípica por comunidad

## Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

En columnas: Conglomerado

C Indígena	Buena Calidad	Media	MuyB Calidad	Regular	Total
Nueva Luz	5	4	7	2	18
Pozo San Martín	1	2	5	1	9
Santa Margarita	8	4	6	3	21
Total	14	10	18	6	48

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	2,98	6	0,8111
Chi Cuadrado MV-G2	3,18	6	0,7855
Coef.Conting.Cramer	0,14		
Coef.Conting.Pearson	0,24		

**Anexo 7.-** Modelos lineales generalizados mixtos para características fenotípicas en la germinación de semillas

### Especificación del modelo en R

```
modelo.g02_Suma_ML <- glmer(cbind(Suma
,as.numeric(as.character(Columna1))-Suma)~1+Trata+(1|Bloque)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data02)
```

### Resultados para el modelo: modelo.g02\_Suma\_ML

Variable dependiente: Suma

#### General

Familia Enlace nAGQ  
binomial logit 1

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
12	364.95	366.89	-178.48	356.95

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Trata	54.87	2	<0.0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque (Intercept)		0.39	0.62

### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Trata

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Trata	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
A	0.06	0.33	0.52	0.08	A
B	0.04	0.33	0.51	0.08	A
D	-0.94	0.33	0.28	0.07	B

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

**Anexo 8.-** Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g04_germn_ML<-glm(cbind(germn
,as.numeric(as.character(Columna1))-germn)~1+Trata+Dias_2+Trata:Dias_2+I(Dias_2^2)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,data=R.data04)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g04\_germn\_ML

Variable dependiente: *germn*

#### General

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
binomial	logit	Alcanzada	1.00

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
156	958.94	980.29	-472.47	657.83

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			155	1004.27	
Trata	2	30.47	153	973.80	<0.0001
Dias_2	1	40.00	152	933.80	<0.0001
I(Dias_2^2)	1	268.69	151	665.11	<0.0001
Trata:Dias_2	2	7.28	149	657.83	0.0262

## Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-48.28	3.56	-13.58	<0.0001
TrataB	-0.61	1.02	-0.60	0.5517
TrataD	-3.69	1.21	-3.06	0.0022
Dias_2	3.88	0.29	13.14	<0.0001
I(Dias_2^2)	-0.08	0.01	-13.39	<0.0001
TrataB:Dias_2	0.02	0.04	0.59	0.5565
TrataD:Dias_2	0.13	0.05	2.61	0.0090

## germn - Medias ajustadas y errores estándares para Trata

*Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0*

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Trata	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
B	48.64	3.85	1.00	0.00	A
A	48.62	3.85	1.00	0.00	A
D	48.16	3.86	1.00	0.00	B

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

**Anexo 9.-** Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles identificados como semilleros en Purús.

$$C = \frac{A \times D}{(CG \%) \times (\% P) \times (S. V. / Kg) \times (F)}$$

$$= \frac{10 \text{ m}^2 \times 70 \text{ m}^2}{(0,52) \times (0,9584) \times (816) \times (0,90)} = 1,91 \text{ kg de semillas equivalentes a (3127 semillas)}$$

Determinación del número de semillas viables por kilogramo

$$S. V. /Kg = \% P \times CG \% \times S/Kg$$

$$= 95,84 \times 52 \times 1637$$

$$= 816 \text{ semillas viables}$$

## **ARTÍCULO 2. APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

La caoba (*Swietenia macrophylla*) es una de las especies forestales más importantes del Perú y en el neotrópico por la gran demanda alcanzada en los mercados, producto de su fina madera (Marmillod 2007; IIAP 2009). Sin embargo, debido a la explotación desmedida, las poblaciones naturales se encuentran vulnerables a desaparecer, lo que ha llevado a tomar medidas para regular su aprovechamiento y protección por parte de diversas instituciones y organismos internacionales (Cerdán 2007). La proyección de una carretera que conecte Iñapari con Madre de Dios se convertiría en una seria amenaza para el hábitat de esta especie, pues incrementaría la migración de muchos madereros y agricultores en la zona.

La provincia de Purús, una de las pocas regiones donde aún se puede encontrar densidades considerables de caoba en estado silvestre (Mori 2009), es una de las más representativas del Perú por su prioridad alta para la conservación (Leite-Pitman et al. 2003). Además, por albergar una amplia diversidad de especies, ecosistemas y también riqueza cultural debido a la presencia de pueblos indígenas, en aislamiento voluntario y en contacto inicial que se han mantenido ancestralmente en estos territorios. En esta región, las comunidades indígenas ubicadas a lo largo del río que lleva el mismo nombre están tomando conciencia del verdadero valor que representa la conservación de la caoba, que cada vez se vuelve escasa por actividades como la tala ilegal generada por parte de los madereros que ingresan principalmente a las zonas de protección y territorios adyacentes para la obtención de tan preciado recurso.

Mediante un proceso participativo de las comunidades del Purús, entre ellas Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, e instituciones locales y ONG que trabajan en la zona, se vienen desarrollando actividades vinculadas al aprovechamiento sostenible y la comercialización de semillas. La finalidad es beneficiar a las familias con la generación de ingresos para mejorar su calidad de vida y a la vez conservar el ecosistema para que de esta manera se continúen los procesos ecológicos que sostienen a los recursos naturales para el uso de estos pobladores.

Entonces, la generación del conocimiento y la difusión en cuanto a aspectos de su ecología, aprovechamiento, propagación y métodos de cosecha podrían permitirles a estos pobladores garantizar la calidad de las semillas en el momento de la recolecta, y de esta manera optimizar sus ingresos y conservar material disponible para la propagación. Se ayuda así a promover un manejo forestal adecuado sin comprometer las poblaciones silvestres, y más aun, con el involucramiento de las comunidades locales. El objetivo principal de este estudio fue determinar los procedimientos básicos y el efecto de diferentes métodos de cosecha mediante un ensayo de germinación de semillas.

## 2.- ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Purús (9°23'10" latitud meridional, 70°29'30" latitud occidental) y una altitud promedio de 285 m.s.n.m. con un área aproximada de 1 742,800 hectáreas (Norgrove y Herrera 2005). La población indígena se encuentra distribuida en 41 comunidades, que corresponden a 9 pueblos diferentes, asentadas a lo largo del río Purús y su afluente el Curanja. El pueblo indígena que predomina demográficamente en la región es el Cashinahua, le siguen los pueblos Culina, Sharanahua, Asháninka, Chaninahua, Amahuaca, Mastanahua y Yine. Se estima que más del 70% de la población es indígena, los colonos mestizos se concentran en su capital, que es Puerto Esperanza. Las comunidades seleccionadas para el estudio fueron Santa Margarita, Pozo San Martín y Nueva Luz (figura 14). Estas poblaciones se dedican a la caza, pesca y a la agricultura de autoconsumo de productos tradicionales.

El clima responde a las características de bosque tropical. Las cuatro estaciones del año no están bien definidas como en otras latitudes; los lugareños llaman verano al período que va desde mayo a noviembre debido a que las precipitaciones son menores que en la época lluviosa, que denominan invierno y que se extiende desde los meses de diciembre a abril (promedio anual bordea los 2,200 mm). La temperatura promedio oscila entre los 17 y los 35°C durante todo el año (Tovar 1998). La humedad relativa promedio anual es de 75 a 82%. La zona de vida es el medio ecológico determinado por factores de altitud, precipitación pluvial y temperatura.

La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Tropical (Bh-T) (Holdridge 1987) y se encuentra en la provincia Biogeográfica Amazónica Tropical, la cual comprende bosques hidromórficos. El estudio realizado por INRENA (1999) reporta que se han identificado seis tipos de suelos que caracterizan la zona, y han sido agrupados taxonómicamente y descritos a nivel de subgrupo (soil taxonomy, USA): tropofluvents, eutropepts, Tropudalf, Tropudults, Paleodults y Tropacults (ONERN 1980).

Tomando como punto de partida la perspectiva a nivel de territorio peruano, el sistema hídrico está conformado principalmente por el río Purús, que vierte sus aguas hacia territorio brasilero. Se conforma por los ríos Alto Purús y Curanja (este último con 212 km de recorrido), se encuentra a 285 m.s.n.m. con dirección predominante hacia el norte con suaves gradientes. Los ríos de la provincia no pertenecen a la cuenca del Ucayali; sin embargo sirven como importante y principal vía de comunicación interna entre Puerto Esperanza, las comunidades nativas y la República de Brasil.

El río Purús llega a tener en su máximo nivel hasta 100 m de ancho, y su longitud en territorio peruano es de 483 km aproximadamente. En épocas de creciente del río (noviembre-abril) navegan en sus aguas embarcaciones de 4 pies de calado como máximo hasta la desembocadura del Curanja, y en épocas de vaciante solo embarcaciones de menor calado (ADAR 2001).

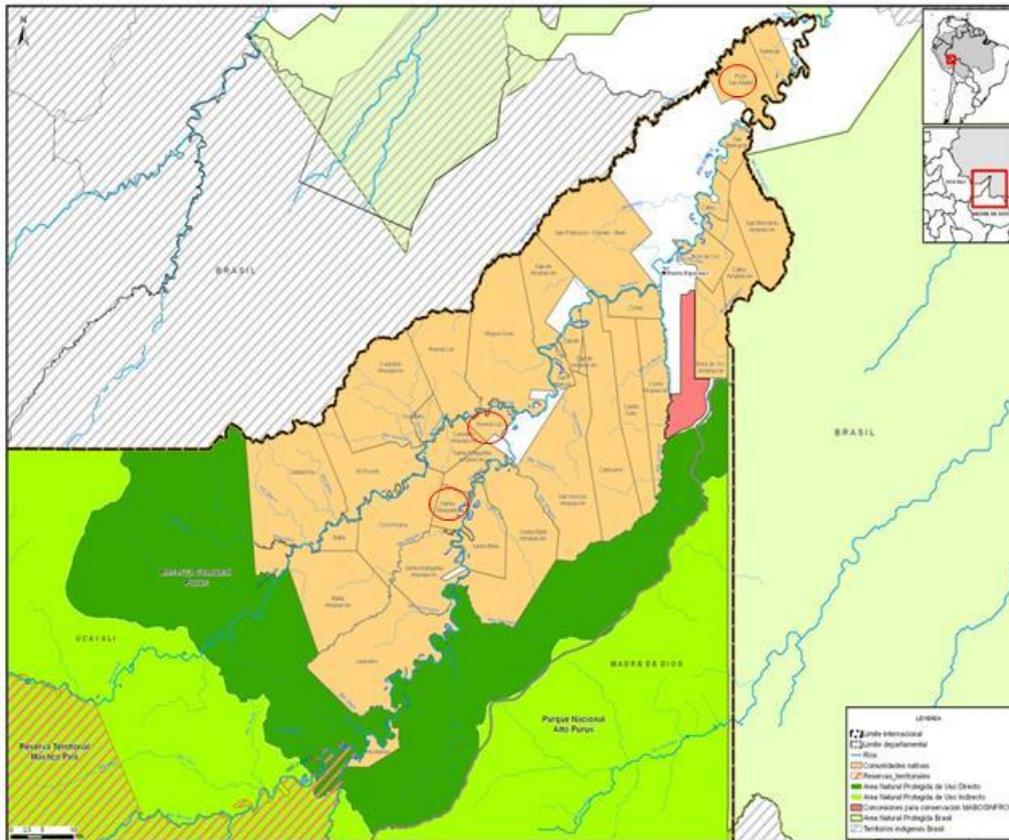


Figura 14. Ubicación de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en la provincia de Purús, Ucayali, Perú.

### 3.- METODOLOGÍA

#### 3.1.- Esfuerzo de trabajo en el aprovechamiento de las semillas

Con la finalidad de determinar el esfuerzo de trabajo que realizan los pobladores en la cosecha de las semillas de caoba, se realizaron entrevistas a 6 pobladores de cada una de las tres comunidades de estudio que participan en la cosecha de semillas. Se seleccionó este número de entrevistados porque son comunidades pequeñas y muchos de los habitantes no se encontraron en su localidad en el momento de la visita. En las entrevistas se indagó sobre las actividades de aprovechamiento, como ¿cuántos árboles conoce?, ¿cuál es la distancia recorrida desde la comunidad para acceder a los árboles?, ¿cuál es el precio de un kilo de semillas?, entre otros que se pueden apreciar en el anexo 1.

#### 3.2.- Procedimientos y equipos utilizados para la cosecha de las semillas

Para la cosecha de las semillas, el personal de campo estuvo conformado por un subidor cosechador, dos a cuatro trocheros para ayudar a escalar al subidor, y cuando fue

necesario por distancias largas, se incluyó en el equipo un motorista y un cocinero. Las funciones de cada personal se describen a continuación:

**Subidor cosechador:** Se encarga de mantener los equipos listos para escalar y subir los árboles, y asimismo de subir él mismo para la cosecha de los frutos. Sus honorarios ascienden a 100 nuevos soles por día.

**Trocheros:** Se encargan del traslado de los equipos desde la comunidad hasta el lugar de la cosecha, de realizar la limpieza de los alrededores del árbol, de hacer las operaciones necesarias para el ascenso del subidor y de apoyar en la apertura de los frutos y acondicionamiento de las semillas. Sus honorarios ascienden a 30 nuevos soles por día.

**Motorista:** Se encarga del traslado del personal de la cosecha y también puede apoyar en labores complementarias. Sus honorarios ascienden a 40 nuevos soles por día.

**Cocinero:** Se encarga de la alimentación del personal de la cosecha en el campamento y del cuidado de los víveres. Sus honorarios ascienden a 30 nuevos soles por día.

En las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, se necesitó de un subidor para la cosecha de los frutos y las personas que se desempeñaron como trocheros fueron los mismos pobladores de cada comunidad, incluyendo niños, mujeres y hombres de todas las edades.

Para llegar a los árboles de caoba, los pobladores no necesitaron abrir caminos, puesto ya tienen sus transectos identificados cuando realizan sus faenas de cacería. Una vez localizado el árbol a cosechar, el subidor es apoyado por el trochero para la escalada, para ello preparan los cables y demás herramientas que lo sujetarán al mismo. Este proceso puede entre 2 y 4 horas, dependiendo de la localización y las condiciones en que se encuentre el árbol.

Cuando el subidor se encuentra en la copa del árbol, la cosecha de los frutos puede tomar entre 1 y 3 horas, dependiendo de la disponibilidad de los mismos en el árbol y los tiempos de descanso que necesita la persona. Algunos frutos al caer son abiertos y las semillas son esparcidas en varias direcciones, lo que implica mayor tiempo para su colecta, mientras que otros permanecen cerrados. En el caso de la cosecha de los frutos con mallas, el proceso de seleccionar, limpiar el lugar y la instalación de las mismas puede tomar entre 20 y 30 minutos (cuadro 6). Para este caso de las mallas, por motivos de tiempo y de la lejanía de la zona, estas fueron armadas en el momento inmediato de la cosecha de los frutos de la copa con la finalidad de que su caída no tenga contacto con el suelo. Para la cosecha del suelo, solo toma el tiempo necesario en buscar los frutos caídos, que es entre 5 y 15 minutos. Algunos frutos son abiertos en la copa de los árboles y las semillas se dispersan en el suelo, en este caso, se descartó la colecta de solo semillas porque la mayoría de ellas se encontraban deterioradas y con presencia de agentes patógenos.

Cuadro 6. Tiempos, equipos y costos de materiales por método de cosecha necesarios para la colecta de semillas de caoba en Purús

<b>Parámetro / Método</b>	<b>Copa del árbol</b>	<b>Suelo</b>	<b>Lonas</b>
Tiempo de cosecha	1 a 3 horas	5 a 15 minutos	20 a 30 minutos
Equipos necesarios	Ver cuadro 8	Machete, Costales	Machete, Malla Raschll, rafia, Costales
Costos de equipos	11000 nuevos soles 3667 dólares*	38 nuevo soles 13 dólares*	838 nuevos soles 279 dólares*

\*El tipo de cambio considerado a moneda extranjera es de 3 nuevos soles.

Luego, los frutos cosechados fueron transportados hacia un lugar seguro donde son agrupados y posteriormente abiertos para extraer las semillas, luego pesados y puestos en costales de yute para su transporte a la comunidad. Seguidamente las semillas son puestas en mantas o telas bajo sombra para que sequen a temperatura ambiente. Se considera que una semilla se encuentra seca cuando se rompe el resto del ala. Las semillas se secan de acuerdo con el estado de su maduración, por lo que el porcentaje de humedad es menor cuando un fruto está por abrirse y la humedad baja permite la apertura de los frutos. Las semillas pueden conservar su poder germinativo de siete a ocho meses almacenadas a temperatura ambiente (Navarro 1999; CATIE 2000; Reynel et al. 2003) .

El equipo de alpinismo complementado por espolones es el más recomendado para escalar los grandes diámetros y alturas de los árboles (Robbins 1996) (figura 15). Los equipos y los costos necesarios para este fin se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 7. Equipo de alpinismo necesario para la cosecha de las semillas en Purús

Canti dad	Descripción	Precio con I.G.V (Soles)	
		Unitario	Total
<b>1</b>	Equipo de ascensión a árboles tipo alpinista		11000
<b>1</b>	Subidor de espuelas o púas TREE CLIMBER	1209.60	1210
<b>1</b>	Casco para escalador ECRIN ROCK HELMET	515.20	515
<b>1</b>	Cuerda de seguridad graduable AJUSTABLE LANYARD	252.80	253
<b>1</b>	Cuerda de seguridad graduable LINESMAN SAFETY STRAP	656.00	626
<b>1</b>	Cinturón o arnés FLOATING DEE EXTRADINE BACK SADDLES	774.40	774
<b>1</b>	Grapa para cuerda ROPE GRAP	771.20	771
<b>1</b>	Cuerda amortiguador de impacto SHOCK ABSORTING LANYARD	758.40	758
<b>4</b>	Mosquetón con seguro de palanca LADDER HOOK	140.80	563
<b>1</b>	Guantes LEATHER PROTECTORS FOR LOW	243.20	243
<b>3</b>	Cuerda especial para ascenso ARBOR PLEX	556.80	1670
<b>1</b>	Wuinche manual MASSDAM POW R-ROPER PULLER WITH ROPE	380.80	381
<b>1</b>	Guantes para ascensión CORDEX GLOVES	192.00	192
<b>1</b>	Lanzadera SHOUT POUCH	54.40	54
<b>1</b>	Ultracender (ascensor)	582.40	582
<b>1</b>	Freno de descenso	505.60	506
<b>1</b>	Mosquetón con seguro enroscable ACE LOCKING	51.20	51
<b>1</b>	Polea de aluminio	288.00	288
<b>1</b>	Tijera Telescópica	627.20	627

Fuente: Tomado de Mori (2009).



Figura 15. Subidor escalando árbol de caoba en la comunidad de Pozo San Martín, Purús, Ucayali.

### 3.3.- Ensayo de germinación de semillas por métodos de cosecha

Con el propósito de generar conocimientos sobre el aprovechamiento de esta especie, se describieron los procedimientos a tener en cuenta en la cosecha, como la forma en que se realiza, los equipos utilizados, las distancias y los tiempos requeridos por los pobladores para acceder a los árboles semilleros. Además, se realizó un ensayo de germinación de las semillas constituido por diferentes tratamientos provenientes del método de cosecha, estos fueron tomados preferentemente de árboles emergentes con óptimas características fenotípicas. Para ello, se cosecharon frutos de 11 árboles de un total de 48 (5 en Santa Margarita, 3 en Nueva Luz y 3 en de Pozo San Martín). Luego de cosechados, se tomaron datos de las características de los frutos, como longitud, ancho y peso de cada uno de ellos para tener una idea del cuál sería el potencial productivo. Posteriormente se extrajeron las semillas que fueron limpiadas y puestas en un ambiente adecuado para su secado natural.

Los tratamientos se hicieron de acuerdo con el tipo de cosecha de los frutos y la ubicación de los mismos, como se expresa gráficamente en la figura 16:

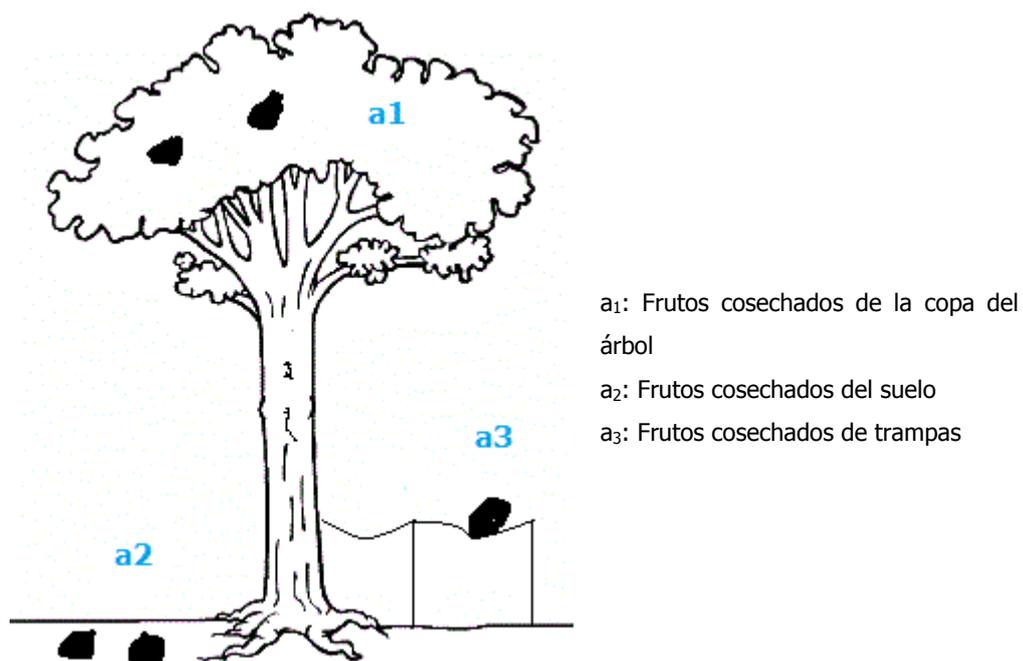


Figura 16. Métodos de cosecha de los frutos para la obtención de las semillas utilizadas en los ensayos de germinación.

### 3.3.1.- Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 tipos de cosecha por 3 comunidades, que resultan en 9 combinaciones factoriales por 6 repeticiones, y hacen un total de 54 muestras. Para este ensayo se utilizaron 1350 semillas, las cuales se dividieron en 25 semillas por muestra.

Donde:

FACTOR A: Tipo de cosecha

a<sub>1</sub>: Frutos cosechados de la copa del árbol

a<sub>2</sub>: Frutos cosechados del suelo

a<sub>3</sub>: Frutos cosechados de trampas (lonas)

FACTOR B: Ubicación de la cosecha

b<sub>1</sub>: Comunidad de Santa Margarita

b<sub>2</sub>: Comunidad de Nueva Luz

b<sub>3</sub>: Comunidad de Pozo San Martín

### 3.5.- Estimación de beneficios de la cosecha de semillas con madera aserrada

Para determinar el ingreso en la cosecha de las semillas, se asumió una producción de 4 kilos por árbol, que en promedio es una cantidad bastante considerable por las grandes dimensiones que tiene cada uno. Asimismo, se consideró la cosecha de 16 árboles teniendo en cuenta que no todos fructifican cada año y el tiempo requerido para desarrollar esta actividad con mayor número de árboles es corta. El precio de venta considerado para un kilo de semillas fue de 300 nuevos soles. Los costos operacionales fueron determinados por una brigada compuesta por un subidor cosechador, cinco trocheros, un motorista y un cocinero.

Para realizar el análisis económico, tanto el diámetro como la altura comercial de los árboles fueron promediados para conocer el volumen promedio del árbol, y se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi \times \text{DAP}^2}{4} \times \text{HC} \times \text{FF}$$

Donde:

V = Volumen comercial en metros cúbicos

$\pi$  = 3,1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho

HC = Altura comercial

FF = Factor de forma (0,65)

Se consideró un factor de conversión de madera en rollo a madera aserrada de 20% debido a que el aserrío de la madera en Puerto Esperanza se realiza con sierra de cadena.

Se consideraron los costos de viajes de Puerto Esperanza a Pucallpa ida y vuelta, incluyendo la estadía. Los trámites para la obtención de los permisos suman 1500 nuevos soles, y el costo del inventario para la presentación del POA fue tomada de Mori (2009). De acuerdo con otros inventarios realizados en la zona (Roncal 2004; Nolorbe 2008), se estimó el costo por metro cúbico de madera para los 16 árboles; se consideró además el costo de 0,80 nuevos soles para la venta de un metro cúbico aserrado.

Para el tiempo requerido en reponer el volumen extraído se consideró un crecimiento en diámetro de 1,4 cm año, y en altura de 2 metros por año (Wightman et al. 2006; Alvarado y Carpintero 2011). Entonces, el tiempo límite a considerar será el número de años necesarios para que un individuo logre alcanzar el diámetro promedio de los árboles de la población de caobas determinadas en el estudio.

### **3.6.- Análisis de la información**

Para el esfuerzo en el aprovechamiento, se utilizó un análisis estadístico multivariado que consistió en una prueba de correspondencias múltiple para observar la asociación entre las variables estudiadas efectuadas en las entrevistas. Mediante una tabla de contingencia con la prueba de Chi-cuadrado, se buscaron diferencias entre las comunidades en relación con las preguntas planteadas para este fin, en el programa InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

En la distancia y los tiempos requeridos por los pobladores hacia los árboles semilleros, se utilizó la estadística descriptiva y se realizó un análisis de varianza para determinar si hubo diferencias entre las comunidades con respecto la distancia y el tiempo. En el ensayo de germinación de semillas se aplicó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial para conocer si existió diferencia entre métodos de cosecha y comunidades, utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

## **4.- RESULTADOS**

### **4.1.- Esfuerzo de trabajo para la cosecha de los frutos de caoba**

En total se aplicaron 17 entrevistas a los actores locales involucrados en la actividad de la cosecha de las semilla (6 en Santa Margarita y Nueva Luz y 5 en Pozo San

Martín)(anexo 1). El 100% de los entrevistados fueron jefes de familias con edades que variaron entre 21 a 62 años, en su mayoría fueron agricultores (65%).

#### **4.1.1.- Las semillas y árboles son escasos o abundantes**

Para esta variable no hubo diferencia entre comunidades ( $p=0,3852$ ). De acuerdo con los resultados las personas de Santa Margarita (83%) y Pozo San Martín (80%), mencionaron que desde su perspectiva las semillas son escasas debido a que cada año el hay menos lluvias y esto podría estar influenciando la fructificación de las caobas. Mientras tanto, en la comunidad de Nueva Luz las opiniones están divididas, pues para el 50 de los entrevistados las semillas son abundantes y para el otro 50% son escasas.

#### **4.1.2.- La forma de aprovechamiento de las semillas**

Se encontró diferencia para esta variable ( $p=0,0028$ ). Los pobladores de Nueva Luz explicaron que aprovechan las semillas recogiendo del suelo (83%) cuando realizan sus faenas de cacería, en comparación con las comunidades de Santa Margarita y Pozo San Martín, donde ya existe un nivel de organización e intervienen instituciones como ECOPURUS para escalar los árboles y cosechar los frutos que se encuentran disponibles de acuerdo con la accesibilidad. Entonces, es entendible que las personas de Nueva Luz afirmen que la cosecha la realizan de forma voluntaria sin realizar mucho esfuerzo y recibir ningún apoyo por parte de instituciones.

#### **4.1.3.- Tiempo en que realizan la cosecha de las semillas**

Hubo diferencias entre comunidades para esta variable ( $p=0,0053$ ). Los pobladores de Pozo San Martín afirmaron que la cosecha se realiza siempre en el mes de junio (100%), mientras que en las otras comunidades señalaron que la hacen en los meses de julio a agosto. Probablemente, el estado fenológico de la especie se ve marcada por factores de lugar, mientras que en bajo Purús la cosecha se realiza mucho antes en junio, para el alto Purús y la cuenca del Curaja el estado de madurez y la cosecha se realiza poco después hacia los meses de julio y agosto.

#### **4.1.4.- Forma de garantizar una producción racional de las semillas**

Para esta variable se encontró diferencia entre comunidades ( $p=0,0403$ ). En Santa Margarita (67%) y Pozo San Martín (100%) se ve una marcada opinión sobre la forma de garantizar la producción racional, que es no cortando los árboles y escalar para la cosecha de los frutos. Por otra parte, en Nueva Luz (50%) mencionan los pobladores que resforestar y conservar los árboles semilleros serían las formas adecuadas en esta actividad. En las dos primeras comunidades se puede observar que han sido concientizados en la cosecha sostenible de las semillas, además la participación de instituciones ha contribuido de forma positiva en el aprovechamiento de los frutos sin repercutir en el ecosistema.

#### **4.1.5.- Aprovechamiento y beneficio de la cosecha de las semillas**

No existió diferencia para esta variable ( $p=0,3516$ ). Tanto en Nueva Luz como en Pozo San Martín las personas piensan que el principal actor que aprovecha y se beneficia de la actividad de la cosecha es la misma comunidad, mientras que en Santa Margarita la opinión es más dispersa y señalan a actores como ECOPURUS y CARE como beneficiarios del aprovechamiento de semillas.

Por otro lado, los pobladores de las tres comunidades mencionaron que cosechan las semillas anualmente ( $p=0,9429$ ), conocen la ubicación de 2 a 4 árboles de caoba en promedio en la comunidad ( $p=0,6371$ ), la distancia requerida para acceder a esos árboles es de 2 a 5 km ( $p=0,2534$ ) y en tiempo equivaldría entre 65 a 103 minutos ( $p=0,4053$ ). De acuerdo con el conocimiento de estos pobladores, el kilo de semillas se vende entre 300 a 400 soles equivalentes entre 107 a 143 dólares ( $p=0,0643$ ). Según información local, Pucallpa es el destino de las semillas después de cosechadas ( $p=0,0393$ ) (anexo 2). Con respecto a este punto se encontraron diferencias debido a que existieron opiniones muy variadas, ya que no conocen con exactitud el destino de las semillas.

En la figura 17 se aprecia que la variable ¿quién aprovecha las semillas? (personas capacitadas) fue la que tuvo mayor variación por su lejanía con las coordenadas del origen. Las comunidades guardan similitud con referencia a la época en que se cosechan las semillas, que es de mayo a julio, aunque los pobladores mencionaron que cada vez varía por los cambios en el clima. Para la cosecha de los frutos, por ejemplo, en Nueva Luz no emplean equipos pues los recogen directamente del suelo, mientras que hay mayor similitud con las comunidades de Santa Margarita y Pozo San Martín, que tienen prácticas distintas debido a que reciben apoyo de instituciones para desarrollar esta actividad.

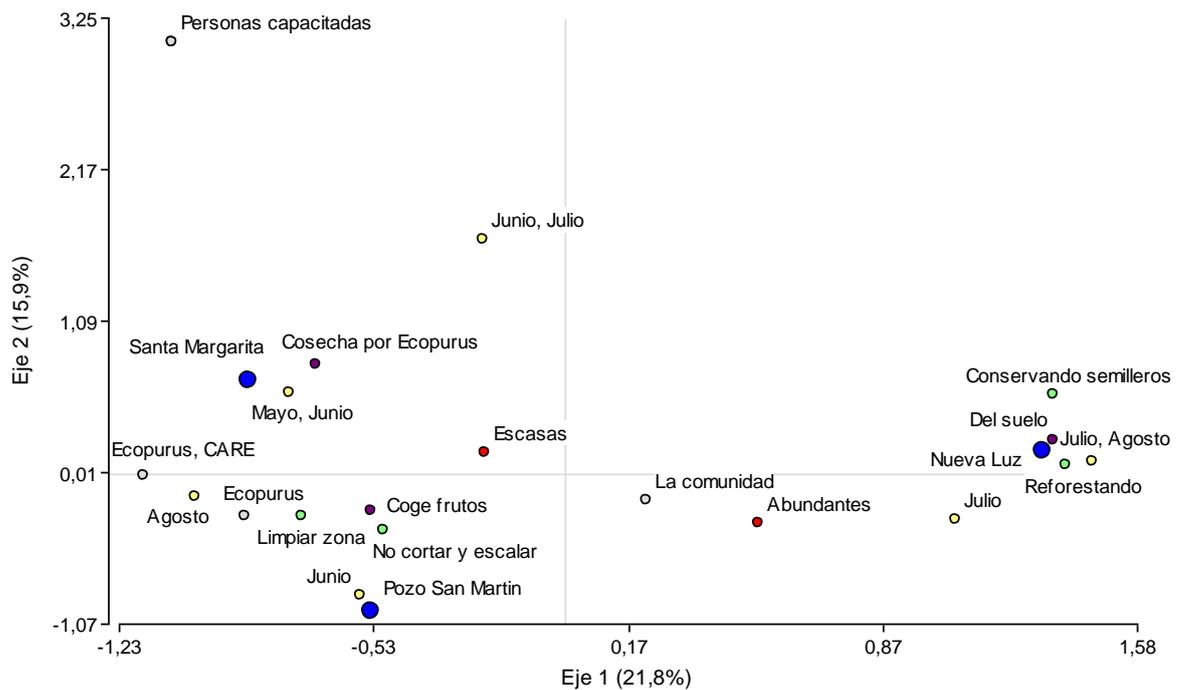


Figura 17. Análisis de correspondencia de las entrevistas sobre las características de la cosecha de las semillas realizadas por los pobladores de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali. Los círculos azules representan las comunidades, círculos de colores diferentes son las características de la cosecha.

#### 4.2.- Características de los frutos cosechados por comunidad y método de recolecta

Los frutos de caoba fueron cosechados entre los meses de junio a julio. Las características de los frutos se muestran en el Cuadro 8. Se encontró un mayor peso de fruto promedio de  $561,43 \pm D.E 122,16$  correspondiente a la cosecha del suelo, asimismo el mayor número de semillas promedio fue de  $53,13 \pm D.E 4,52$ , que correspondieron a la comunidad de Pozo San Martín (cuadro 8). En total se cosecharon 4274 g, que en conjunto sumaron 4575 semillas. En este estudio no se cuantificó el número de semillas subdesarrolladas debido al tiempo, pero en otras investigaciones como la de Niembro y Ramírez-García (2006), que evaluaron la calidad y cantidad de semillas de *Swietenia macrophylla* procedentes de una plantación en Campeche, encontraron un mínimo de 4 y un máximo de 51 semillas subdesarrolladas por fruto con una media de 18,2. De acuerdo con el coeficiente de variación (CV), comparativamente los frutos variaron más con respecto al peso del mismo (Pes F\_g) y de la semilla (Pes S\_g), mientras que fueron más homogéneos en cuanto al ancho (An\_cm) y largo (Lar\_cm).

En cuanto a la correlación de variables (anexo 3), tanto el largo como el ancho del fruto estuvieron correlacionadas ( $r=0,63$ ;  $p=0,0001$ ), debido a que los frutos al ser más largos, por lo general son más anchos. El largo ( $r=0,84$ ;  $p=0,0001$ ) y el ancho ( $r=0,82$ ;

$p=0,0001$ ) estuvieron correlacionados con el peso del fruto, ya que al tener más peso los frutos tienden a ser más grandes. Al analizar las mejores características de los frutos y semillas por comunidad (anexo 4), Pozo San Martín obtuvo una mayor longitud del fruto con 18,7 y ancho de 9,2 cm.

Entonces, en el análisis de las características fenotípicas la comunidad de Nueva Luz fue la que presentó las mejores, pero en cuanto a los frutos no se descarta que en la comunidad de Pozo San Martín se encuentren también buenos individuos, como se observa en estos resultados. En cuanto a las dimensiones del fruto, los resultados de este estudio difieren con los hallazgos de Gómez y Jasso (1995), que encontraron frutos de tamaños más pequeños en México, pero guardan similitud o se aproximan con el número promedio de semillas viables encontradas (Niembro 1995; Gómez y Jasso 1995; Niembro y Ramírez-García 2006).

La mayor cantidad de semillas encontradas en los frutos que poseen óptimas características se consideran importantes para los programas de mejoramiento genético porque permiten seleccionar aquellos individuos con mayor capacidad para la producción. Por otra parte, aunque una semilla tenga las condiciones necesarias para dar paso a una nueva planta, no garantiza su viabilidad, ya que puede perder la misma incluso antes de salir del fruto y afectar de esta manera la germinación (Niembro y Ramírez-García 2006).

Cuadro 8. Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

<b>C_Indígena</b>	<b>Método</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Nueva Luz	Copa	Pes F_g	11	353,00	111,56	31,60	156,00	531,00
Nueva Luz	Copa	N_sem	11	48,82	6,03	12,35	38,00	57,00
Nueva Luz	Copa	Pes S_g	11	39,73	11,51	28,97	18,00	60,00
Nueva Luz	Lona	Pes F_g	9	426,67	154,73	36,26	172,00	593,00
Nueva Luz	Lona	N_sem	9	45,78	10,51	22,96	24,00	55,00
Nueva Luz	Lona	Pes S_g	9	44,44	14,60	32,86	20,00	60,00
Nueva Luz	Suelo	Pes F_g	10	394,60	116,79	29,60	189,00	533,00
Nueva Luz	Suelo	N_sem	10	47,20	5,79	12,26	34,00	53,00
Nueva Luz	Suelo	Pes S_g	10	42,00	10,27	24,46	24,00	57,00
Pozo San Martín	Copa	Pes F_g	11	557,73	97,78	17,53	395,00	725,00
Pozo San Martín	Copa	N_sem	11	50,91	6,92	13,59	39,00	61,00
Pozo San Martín	Copa	Pes S_g	11	52,09	11,00	21,11	39,00	78,00
Pozo San Martín	Lona	Pes F_g	8	492,50	85,82	17,42	380,00	630,00
Pozo San Martín	Lona	N_sem	8	53,13	4,52	8,50	48,00	59,00
Pozo San Martín	Lona	Pes S_g	8	50,00	7,50	15,00	42,00	62,00
Pozo San Martín	Suelo	Pes F_g	7	561,43	122,16	21,76	350,00	725,00
Pozo San Martín	Suelo	N_sem	7	46,43	9,54	20,54	30,00	57,00
Pozo San Martín	Suelo	Pes S_g	7	48,00	13,25	27,61	29,00	68,00

Santa Margarita	copa	Pes F_g	2	529,50	38,89	7,34	502,00	557,00
Santa Margarita	copa	N_sem	2	41,50	3,54	8,52	39,00	44,00
Santa Margarita	copa	Pes S_g	2	35,00	4,24	12,12	32,00	38,00
Santa Margarita	Copa	Pes F_g	13	462,77	179,94	38,88	173,00	823,00
Santa Margarita	Copa	N_sem	13	48,15	8,81	18,30	33,00	58,00
Santa Margarita	Copa	Pes S_g	13	42,31	11,53	27,25	21,00	70,00
Santa Margarita	Lona	Pes F_g	12	494,17	147,47	29,84	275,00	722,00
Santa Margarita	Lona	N_sem	12	46,67	6,91	14,80	35,00	57,00
Santa Margarita	Lona	Pes S_g	12	46,75	9,66	20,66	31,00	66,00
Santa Margarita	Suelo	Pes F_g	12	484,50	93,61	19,32	366,00	640,00
Santa Margarita	Suelo	N_sem	12	47,92	5,81	12,12	37,00	54,00
Santa Margarita	Suelo	Pes S_g	12	43,92	10,31	23,47	31,00	63,00

Leyenda: C\_indígena=Comunidad indígena, Lar\_cm=Longitud de los frutos (cm), An\_cm=Número de semillas, Pes F\_g=Peso de los frutos (g), Pes S\_g=Peso de las semillas (g), N\_sem=Número de semillas.

#### 4.3.- Distancias y tiempos de recorrido hasta los árboles semilleros de caoba

La distancia mínima promedio encontrada entre la comunidad de Pozo San Martín y los árboles de caoba fue de 2901 metros, esto indicaría que los remanentes no se encuentran distantes, mientras que la máxima distancia fue en Santa Margarita con 9224 metros (Cuadro 9). En cuanto al tiempo que requieren los pobladores para llegar a los árboles de caoba es variable, en Pozo San Martín se necesitó de tres horas, mientras que la comunidad de Santa Margarita de 10 horas aproximadamente. Entonces, mientras mayor sea la distancia, mayor será el tiempo para llegar a las caobas. Se encontró diferencia significativa entre comunidades con referencia a la distancia ( $P=0,0042$ ) y el tiempo ( $p=0,0036$ ), puesto que Santa Margarita resultó significativa en relación con las otras comunidades (anexo 5).

Cuadro 9. Distancias y tiempos de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín necesarios para llegar a los semilleros de caoba

C_Indígena	Variable	N	Media	D.E.	E.E.	Mín	Máx
Nueva Luz	Dist_m	12	2973	1340,14	386,87	1007	4845
Nueva Luz	Min	12	198,42	95,07	27,44	60	340
Pozo San Martín	Dist_m	6	2901,17	357,09	145,78	2522	3367
Pozo San Martín	Min	6	196,5	27,05	11,04	165	232
Santa Margarita	Dist_m	10	9224,1	6988,38	2209,92	1701	16063
Santa Margarita	Min	10	648,3	494,07	156,24	110	1130

Leyenda: C\_indígena=Comunidad indígena, N= Número de individuos Dist\_m=Distancia en metros, Min=Tiempo en minutos

#### 4.4.- Germinación de las semillas utilizando los métodos de cosecha

El porcentaje promedio de germinación encontrado fue de 64%, con máximos y mínimos que variaron entre 78% y 34,7% (figura 18). En el análisis de germinación de las semillas no se encontró diferencia significativa entre los métodos de cosecha ( $p=0,5149$ ) (anexo 6), puesto que cosechar semillas de la copa del árbol, recogerlas del suelo y de las mallas, estadísticamente en términos de viabilidad significarían igual, pero al analizar desde otra perspectiva, en cuanto a la inversión requerida, tipo de cosecha y el tiempo, habría una diferencia, como se explicó en los procedimientos para la cosecha de las semillas.

Realizando un breve análisis de esto, cosechar frutos del suelo demandaría menor tiempo e inversión debido a que no se necesita subir un árbol y no requiere de mano de obra calificada y tampoco acondicionar lonas, sin embargo, en términos productivos resulta poco eficiente ya que la mayoría de las semillas están en la copas de los árboles y serán dispersadas por el viento. Por otra parte, la mayoría de los frutos que caen al suelo son afectados por animales (Clements 2000; Grogan 2001; DeMattia et al. 2004) o tienen signos de estar deteriorados por agentes patógenos, por lo que se recomienda recogerlos lo más pronto posible (Varela y Aparicio 2011). En cambio la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere de una inversión económica y tiempo, pero a la vez puede, de alguna manera, controlar la producción al disponer de los frutos necesarios que se requieran antes de que las semillas sean dispersadas. Además, los frutos no cosechados que quedan en las copas de los árboles se deben en gran parte a la dificultad para acceder a ellos ya sea por la herramienta de uso o por la ubicación de los mismos. En campo se observó que los frutos se dejan algunos en las copas para que luego las semillas sean dispersadas naturalmente.

Actualmente la forma en que se aprovechan las semillas en Purús es cosechando los frutos de la copa del árbol para la obtención de las semillas antes de que se encuentren en el proceso de dispersión, es la manera más práctica de cosecha y que con el apoyo instituciones como APECO y ECOPURUS se viene desarrollando en forma conjunta con las comunidades. Además se pueden obtener de este tipo de cosecha hasta un 90% de éxito germinativo (Lino 2014).

Se encontró diferencia entre el tipo de cosecha y la procedencia ( $F=52,88$ ;  $p<0,0001$ ) (figura 19); en general el porcentaje de germinación va ser mayor según la procedencia y el método a utilizar. Las semillas de comunidad Nueva Luz tuvieron igual porcentaje de germinación indistintamente del método de cosecha, en cambio en Santa Margarita tuvieron mayor porcentaje de germinación las que fueron colectadas en lona que las que fueron colectadas en la copa de los árboles. Para la comunidad de Pozo San Martín, el mayor porcentaje de germinación se encontró cuando las semillas fueron colectadas de la copa de los árboles.

Entonces, es probable que las semillas provenientes de frutos grandes con buenas características como las de Pozo San Martín se hayan visto afectadas por algún factor como variaciones climáticas que han influenciado en la viabilidad de las mismas, en

comparación con los frutos de árboles con fustes rectos, copas con buenos diámetros y emergentes, como los de Nueva Luz.

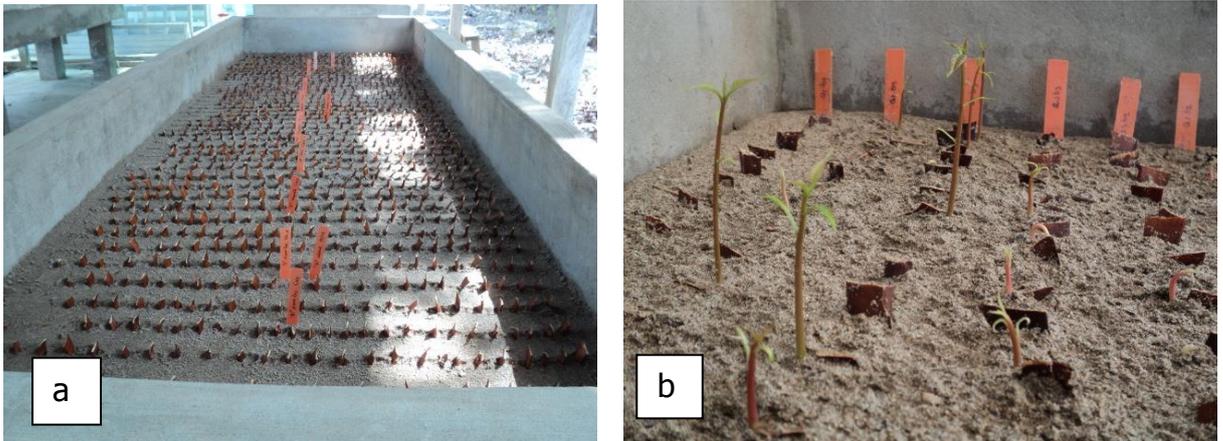


Figura 18. a. Siembra de las semillas de caoba por tratamiento. b. Germinación de las semillas en el vivero del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en Pucallpa, Ucayali.

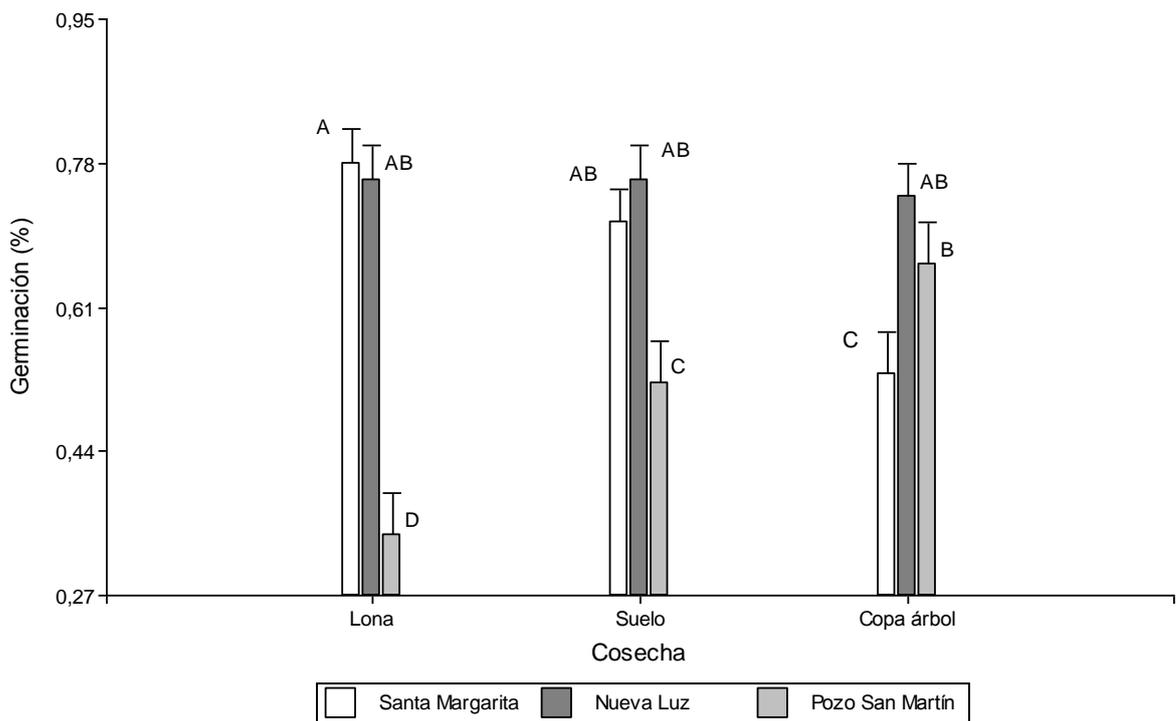


Figura 19. Porcentaje de semillas germinadas utilizando diferentes métodos de cosechas en tres comunidades del Purús. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

En cuanto a los días requeridos para la germinación, esta empezó a los 17 días y culminó a los 31 días. Se encontró diferencia entre tratamiento en cuanto a los días de germinación ( $p = 0,0001$ ) (anexo 7), se indica que los tratamientos inician la germinación a

los 17 días con pocas semillas, alcanzaron su máximo número entre los días 24 al 26 y terminan con unas pocas a los 31 días (figura 20,21). Esta diferencia se debe principalmente a la comunidad, al ser Pozo San Martín la que obtuvo porcentajes bajos de semillas germinadas. Este factor también puede estar relacionado con la estación de la época en que se llevó a cabo el experimento, influenciado por las condiciones de luz, temperatura e incluso con la composición del sustrato (Samaniego 1995; Acosta et al. 2012), que permitirán a la semilla la salida de una nueva planta.

Otros estudios coinciden con los parámetros señalados en el número de días, por ejemplo, Acosta-López et al. (2011), trabajando en un vivero en el estado de Chiapas, determinaron que las semillas del tratamiento testigo (del medio natural) a los 18 días tuvieron un 5% de germinación con un incremento considerable, 25% a los 24 días y culminó con un 65% a los 30 días de iniciado el experimento. Entre tanto, Cabrera (2006) al realizar estudios en Guatemala, menciona que encontró un porcentaje promedio de 88% iniciando a los 20 días y finalizando a los 37 días de realizada la prueba. Sin embargo, Acosta (2011) en un vivero de la región de Tabasco encontró una velocidad de germinación mayor con 60 días aproximadamente y un porcentaje de 23%, lo que quiere decir que cuanto mayor tiempo necesiten las semillas para germinar, menor será su viabilidad.

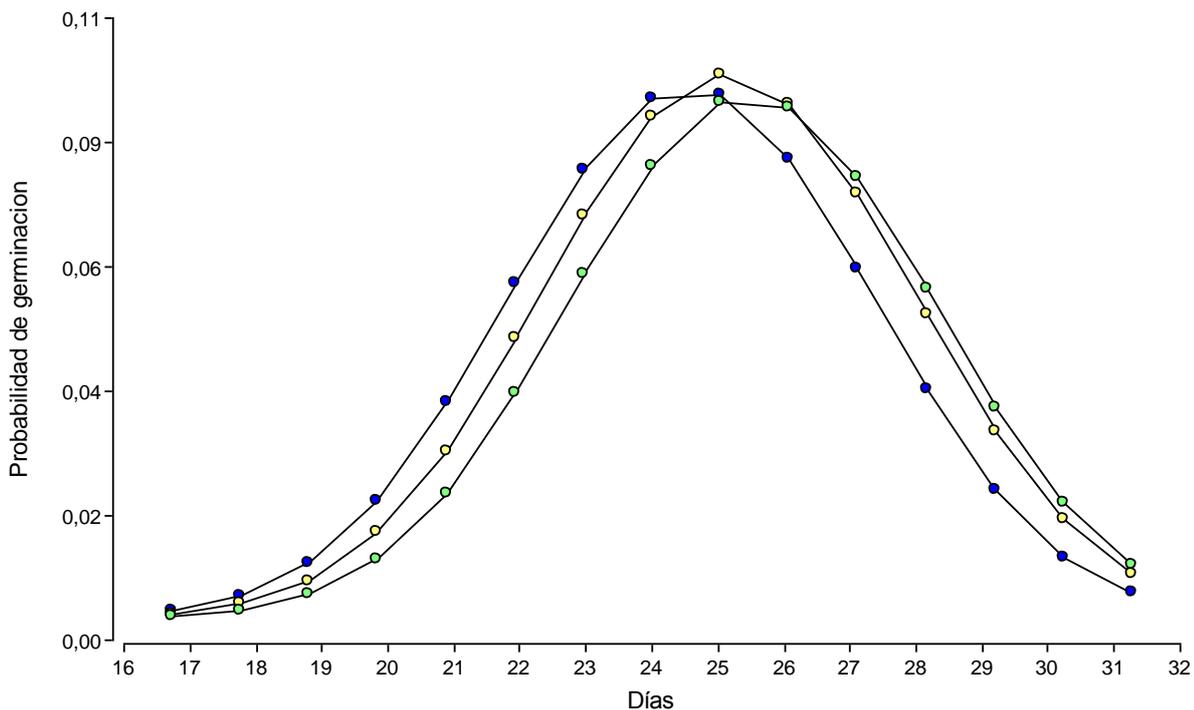


Figura 20. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por método de cosecha ( $p=0,0515$ ). Puntos de color azul pertenecen a la cosecha de la copa del árbol, Puntos de color amarillo pertenecen a la cosecha del suelo, Puntos de color verde pertenecen a la cosecha en lonas.

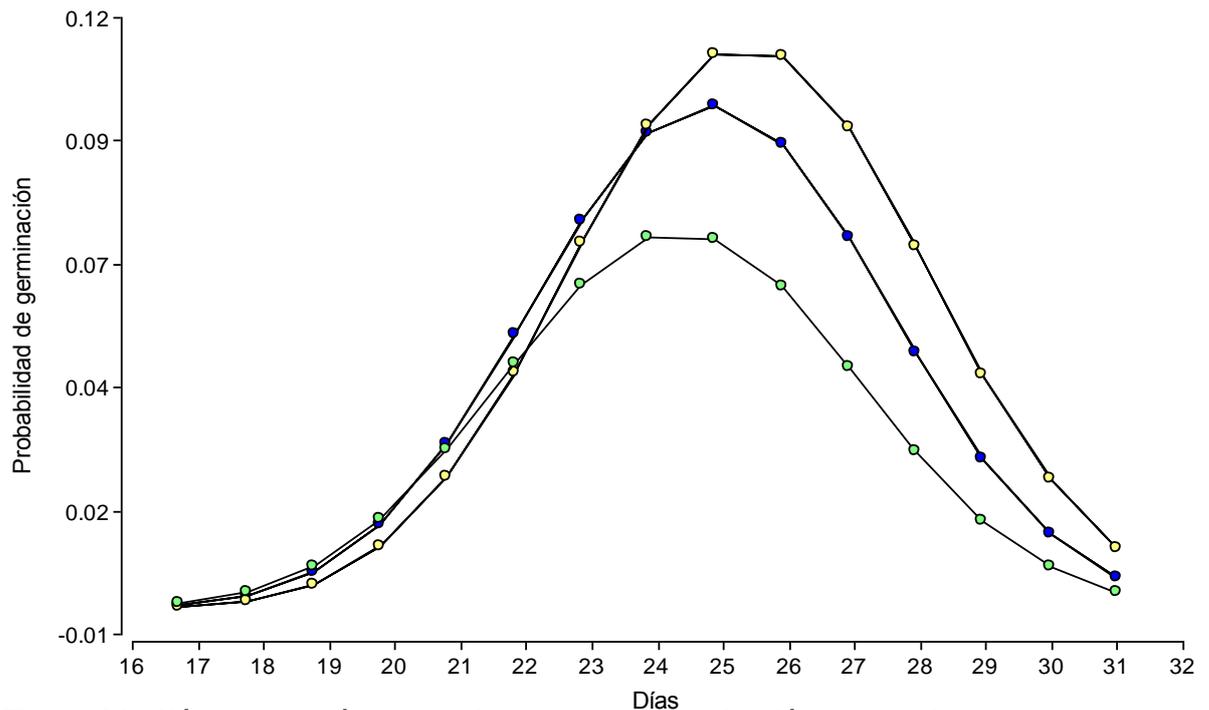


Figura 21. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por comunidad ( $p=0,0334$ ). Puntos de color azul pertenecen a la comunidad de Santa Margarita, Puntos de color amarillo pertenecen a la comunidad de Nueva Luz, Puntos de color verde a la comunidad de Pozo San Martín.

#### 4.5.- Estimación de beneficios de la cosecha de semillas con madera aserrada

Para la cosecha de las semillas, se consideraron los 11 árboles que fueron identificados en este estudio. Este número fue debido a la logística y el tiempo en que se desarrolló esta actividad. El promedio de cosecha fue de 2,27 kilos por árbol, lo que daría un total de 24,97 kilos. En la zona la venta de semillas es de 300 nuevos soles, entonces, representaría un ingreso de 7491 nuevos soles, equivalentes a \$2497 dólares. En cuanto a los egresos, el costo de los equipos para la cosecha fue estimado en 11000 nuevos soles (ver cuadro 7), y a esto le agregamos los salarios de las personas que participan, que fue de 4400 nuevos soles por año de cosecha. Esto daría como resultado que para el primer y segundo año el trabajo sería para recuperar el capital invertido, y es a partir del tercer año que la comunidad podría generar ingresos, estimados en 3091 nuevos soles equivalentes a \$1000 dólares. En un futuro, si los subidores adquieren mayor destreza, después de 4 o 5 años posiblemente se lograría cosechar un mayor número de semillas por árbol; si se lograra esto, y cosechar un mayor número de árboles, las utilidades se incrementarían. Para esta estimación económica aproximada, se considera como condiciones estables por un periodo de 98 años (Mori 2009), que es el tiempo que se necesitaría para recuperar el volumen extraído si los árboles estuvieran destinados a ser aprovechados.

Por otra parte, si los 11 árboles se destinaran al aprovechamiento de madera aserrada, primero se calcula el volumen, tomando como referencia el DAP promedio de los árboles que fue de 1,17 m y una altura comercial promedio de 13,82 m, resultaría un

volumen promedio de 9,66 m<sup>3</sup>, y el rendimiento promedio por árbol estimado sería de 2,102 m<sup>3</sup> (Kometer y Maravi 2007). Este rendimiento fue tomado de una tabla elaborada con base en una muestra de 255 árboles de caoba cuyo volumen resultó del DAP cuya madera aserrable fue considerada a nivel de unidad de manejo verificable en el bosque. En las comunidades de Purús se considera un pago de 0,80 nuevos soles por pie tablar aserrado (Mori 2009), entonces se tendría un ingreso promedio por árbol de 712 nuevos soles. Teniendo en cuenta los 11 árboles semilleros, el ingreso total por aprovecharlos sería igual a 7837,94 nuevos soles. A esto se descuenta el costo de un POA por m<sup>3</sup> estimado que sería de 5800 nuevos soles, lo que daría como resultado una utilidad de 2037,94 nuevos soles equivalentes a \$679 dólares, sin considerar el costo de equipo y mano de obra, que reduciría más la utilidad. Sin embargo, un aprovechamiento ilegal sin POA multiplicaría el beneficio económico drásticamente, por ello hay que poner énfasis en un control de madera eficiente. De igual manera, la rentabilidad económica podría subir mucho aplicando métodos de aprovechamiento que permiten mayor rendimiento de madera por árbol.

La alternativa de aprovechamiento de la madera posee una corta ventaja económica solo para el primer año, si lo comparamos con la cosecha de las semillas. Se necesitaría de 98 años para beneficiarse nuevamente de la madera, creciendo a 1,4 cm por año (Alvarado y Carpintero 2011) para obtener 1,40 m de DAP.

En el cuadro 10 se presenta algunas cifras para una estimación básica del potencial económico de cosecha de semillas en comparación con un aprovechamiento de madera. Es importante señalar que estas cifras aun no equivalen un cálculo de rendimiento económico exacto, porque se debería considerar la estructura total de costos como transporte, salarios para motosierristas, así como también otros intereses.

Cuadro 10. Comparación de los beneficios de la cosecha de semillas y el aprovechamiento de los árboles de caoba en Purús, Ucayali

<b>Cosecha de semillas</b>		<b>Aprovechamiento de madera</b>	
Cantidad de árboles	11	DAP ( $\bar{x}$ )	1,17 m
Promedio ( $\bar{x}$ )	2,27 Kg	Altura comercial ( $\bar{x}$ )	13,82 m
Total	24,97 Kg	Volumen total	9,66 m <sup>3</sup>
1 Kg en venta	300 Soles	Rendimiento por árbol ( $\bar{x}$ )	2,102 m <sup>3</sup>
Total	7491 Soles	Pie tablar	0,80 Soles
Total	2497 Dólares*	Total por árbol	712 Soles
<b>Egresos</b>		Cantidad de árboles	11
Equipos básicos (valor fijo)	11000 Soles	Total	7837,94 Soles
Salarios (valor anual)	4400 Soles	<b>Egresos</b>	
		Equipo básico motosierra, Salario	
		POA m <sup>3</sup>	5800 Soles
Utilidad	3091 soles	Utilidad	2037,94 Soles
Utilidad	1030 Dólares* <sup>2</sup>	Utilidad	679 Dólares* <sup>2</sup>

Leyenda: ( $\bar{x}$ )= Promedio, \* El tipo de cambio considerado a moneda extranjera es de 3 nuevos soles.<sup>2</sup> La utilidad de \$1030 dólares anuales resulta después de haber refinanciado la inversión en equipos básicos.

## 5.- CONCLUSIONES

Las distancias y los tiempos para encontrar árboles de caoba nos indican que los pobladores de las comunidades en Purús no necesitan realizar mayor esfuerzo para acceder a este recurso por la cercanía del mismo. Surge la necesidad de conocer mejores prácticas que permitan un aprovechamiento sostenible de las semillas, y esto también demuestra el grado de concientización para su conservación, situación que no se ha observado en otros lugares de la Amazonía Peruana.

La producción de frutos y semillas puede variar de año en año y dependerá probablemente de las condiciones ambientales, así como de las características de los individuos, como mayores diámetros y amplio desarrollo de sus copas. La cosecha de los frutos demandará mayor inversión tanto económica y en tiempo de acuerdo con el tipo de recolecta de las semillas, por ejemplo mano de obra calificada y el uso de equipos, puesto que en este estudio la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere mayor inversión, pero a la vez se puede disponer de la producción de frutos que sean necesarios. Los resultados indican que a largo plazo una cosecha de semillas también podría ser más rentable que un aprovechamiento de madera con métodos simples de

aprovechamiento, sin embargo aún hay que realizar estudios económicos más profundos y detallados.

Las semillas de árboles con parámetros fenotípicos buenos, con copas sobresalientes y fustes rectos pueden estar influenciados por la calidad del pool genético existente en la zona, que influye con frutos grandes y mayor número de semillas, características estas que a su vez repercuten en la germinación en comparación con aquellos individuos de características regulares a malas.

El porcentaje de germinación será mayor según la procedencia de las semillas y el método de cosecha a utilizar. Sin embargo, la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere de una mayor inversión económica y en tiempo, pero se dispone de la producción de los frutos necesarios y en el tiempo requerido, en comparación con los cosechados del suelo que son pocos y con presencia de agentes patógenos.

Los beneficios económicos de la cosecha de semillas de 11 árboles resultaron ser menores para los dos primeros años en que se empieza la actividad debido a la recuperación de capital invertido, pero a partir del tercer año la comunidad se beneficia con los ingresos. Esta situación podría mejorar con la cosecha de un mayor número de árboles y la experiencia en la cosecha de los frutos que puedan adquirir los pobladores. Los árboles en pie no solo benefician a los pobladores locales con la cosecha de las semillas, sino que también contribuyen a conservar el hábitat y los ecosistemas para el desarrollo de otras especies.

## **6.- RECOMENDACIONES**

Fortalecer capacidades y concientizar a las comunidades del Purús sobre las ventajas de conservar los árboles de caoba, para que ellos tomen la iniciativa de empoderarse sobre el proceso de comercialización de las semillas.

Realizar labores de limpieza de lianas y epifitas en los árboles semilleros para no tener dificultad al momento de escalar en la cosecha de las semillas.

Realizar observaciones climatológicas con respecto a la producción de frutos, puesto que se podría proyectar la cosecha en determinadas épocas del año.

Capacitar a los jóvenes de cada comunidad en la cosecha de las semillas, principalmente al escalar el árbol, puesto que contar con personas preparadas puede involucrarse y trabajar de una mejor manera para el beneficio de su localidad.

Continuar los ensayos de germinación de semillas evaluando otros parámetros como temperatura, humedad y tipo de sustrato, que nos permitan tener una idea más clara del comportamiento de las semillas.

Realizar otras estimaciones económicas referentes al beneficio que se pueda obtener del bosque, como precios de inversión, y el tiempo requerido de acuerdo con el objetivo del proyecto.

Determinar calendarios fenológicos y rutas para establecer un programa estructurado de cosecha de semillas.

Facilitar programas de certificación de las semillas para asegurar un buen producto y un mercado que beneficie a las comunidades.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. *Lacandonia* 5(1): 13-20.
- ADAR-Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural. 2001. Informe preliminar proyecto Purús, primera fase del proyecto de evaluación y asesoría medio ambiental. Puerto Esperanza. 500 p.
- Alvarado, P.E.; Carpintero, M.M. 2011. Comportamiento y manejo de *Swietenia macrophylla* King. y *Azadirachta indica* A. Juss en Zamorano, Honduras. Proyecto especial para el Grado Académico en Licenciatura. Carrera de Desarrollo Económico y Ambiente. Zamorano, Honduras. 48 p.
- Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 7 (1):115 – 123.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *reko* standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Guatemala. 66 p.
- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Cerdán, C. 2007. La Tala ilegal de caoba (*Swietenia macrophylla*) en la Amazonía Peruana y su comercialización al mercado exterior. AIDSESEP. Lima – Perú (en línea). Consultado 16 enero 2015. Disponible en [https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala\\_ilegal\\_de\\_caoba\\_en\\_peru\\_aidesepp.pdf](https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala_ilegal_de_caoba_en_peru_aidesepp.pdf)
- Clements, T. 2000. Mahogany seed predation in two forest fragments in southern Pará, Brazil. Unpublished report. Oxford University. Oxford, UK. 22 p.

- DeMattia, E.A.D.; Curran, L.M.; Rathcke, B.J. 2004. Effects of small rodents and large mammals on neotropical seeds. *Ecology* 85(8):2161-2170.
- Gómez, T.J.; Jasso, M.J. 1955. Variación morfológica de frutos de *Swietenia macrophylla* King (caoba). *In* II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de Ponencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 11 p.
- Grogan, J.E. 2001. Bigleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in southeast Pará, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests. Ph.D. Thesis, Yale University School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT, USA. 422 p.
- IIAP. 2009. Evaluación económica de plantaciones de caoba, *Swietenia macrophylla*, en el departamento de San Martín. Avances económicos N 9. 41 p.
- INRENA-Instituto Nacional de Recursos Naturales. 1999. Reserva del Alto Purús, expediente técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- Kometter, R.; Maravi, Edgar. 2007. Tabla de conversión para el cálculo de volúmenes de madera aserrada – caoba (*Swietenia macrophylla*). The World Bank. 32 p.
- Leite-Pitman, R.; Pitman, N.; Alvarez, P. 2003. Alto Purús: Biodiversidad, Conservación y Manejo. *In* Leite-Pitman, R.; Pitman, N.; Alvarez, P. (eds.). Resumen Ejecutivo. Center for Tropical Conservation. Durham, North Carolina. 21 – 25 p.
- Lino, Z.K. 2014. Germinación de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King. en Purús, Ucayali, Perú (Entrevista). APECO. (E-mail: [karenaraceli@hotmail.com](mailto:karenaraceli@hotmail.com))
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Mori, J. 2009. Diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús. Informe Final de Consultoría. Pucallpa. 82 p.
- Navarro, C. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica Silvicultura-Genética. Centro Científico Tropical. PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Niembro, R.A. 1995. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México. *In* Memorias del Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Rodolfo Salazar (editor técnico). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 249-263.

- Nolorbe T. R. 2008. Análisis comparativo de censos realizados en la cuenca del Purús y la cuenca del Callería, región Ucayali. Monografía para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. 105 p.
- Norgrove, L.; Herrera. S. J. 2005. Manejando nuestras cochas. Fundación Gordon & Betty Moore, WWF, FECONAPU. Comunidad Indígena Laureano. Purús, Ucayali -Perú. 69 p.
- ONERN-Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales. 1980. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales en la zona Esperanza, Chandless, Yaco. Informe y mapas. Lima-Perú. 229 p.
- Quispe, A.; Tello, J. 2013. Estudio de mercado, producción y comercialización de semillas de caoba en el Purús (en línea). Consultado 15 enero 2015. Disponible en: [http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO\\_DE\\_PRODUCCION\\_COMERCIALIZACION\\_SEMILLAS\\_DE\\_CAOBA.pdf](http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO_DE_PRODUCCION_COMERCIALIZACION_SEMILLAS_DE_CAOBA.pdf)
- Reynel, R. C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. 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. ICRAF. Lima, Perú. 509 p.
- Roncal, S. 2004. Plan general de manejo forestal (PGMF) y Plan Operativo Anual, de la comunidad Nativa de San Francisco de Pikiniki para permisos forestales con fines maderables. Pucallpa, Perú. 45 p.
- Robbins, A.M.J. 1996. Sistema de escalamiento de árboles forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Programa de Investigaciones. Proyecto de Semillas Forestales-PROSEFOR. Turrialba-Costa Rica. 75 p.
- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Tovar, A. 1998. Informe de viaje de campo, brigada Purús Ucayali. Lima, Perú. Centro de Datos para la Conservación. Universidad Nacional Agraria la Molina. 30 p.
- Wightman, K; Cornelius, J.; Ugarte, J. 2006. Plantemos madera, manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana. World Agroforestry Center, Pucallpa, Perú. 166 p.

## 8.- ANEXOS

### Anexo 1.- Encuesta para el esfuerzo de aprovechamiento de las semillas de caoba

Estimación del potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en cinco comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú

<b>Distrito:</b>	<b>Región:</b>	<b>Zona semillera:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Edad:</b>	<b>Hombre.....</b>	<b>Mujer.....</b>	

#### I. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:

##### **1. Ocupación:**

- a). Estudiante
- b). Agricultor
- c). Ama de casa
- d). Comerciante.
- e). Otros.....

##### **2. Nivel de estudios**

- a). Sin estudios
- b). Primaria completa
- c). Primaria incompleta
- d). Secundaria completa
- e). Secundaria incompleta
- f). Superior

#### II. CONOCIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD:

##### **2.1. Sobre las especies**

2.1.1. ¿Cuáles son las especies de las cuales cosechan las semillas?

2.1.2. ¿Cuántos árboles conoce?

2.1.3. ¿Conoce si las semillas y árboles productores mencionados por usted, son escasos o abundantes?

##### **2.2. Sobre la Caoba**

2.2.1. ¿Cuál es la distancia que necesita recorrer desde su hogar hasta el lugar de recolección de las semillas (horas/kilómetros)?

2.2.2. ¿Conoce y explique la forma de su aprovechamiento?

2.2.3. ¿Cada cuánto tiempo hace el aprovechamiento de semillas de caoba? O ¿En qué periodo lo hace?

##### **2.3. Sobre la comercialización**

2.3.1. ¿Sabe de una forma buena de garantizar la producción racional?

2.3.2. ¿Quién aprovecha y vende de cuál árbol?

2.3.3. ¿Si se vende las semillas de caoba, en dónde y cuál es el precio?

**Anexo 2.-** Resultados del análisis de contingencia para el esfuerzo de trabajo en la cosecha de los frutos de caoba

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Semillas\_son*

Comunidad	Escasas	Abundantes	Total
Santa Margarita	5	1	6
Nueva Luz	3	3	6
Pozo San Martín	4	1	5
Total	12	5	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Semillas\_son*

Comunidad	Escasas	Abundantes	Total
Santa Margarita	0,83	0,17	1,00
Nueva Luz	0,50	0,50	1,00
Pozo San Martín	0,80	0,20	1,00
Total	0,71	0,29	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1,91	2	0,3852
Chi Cuadrado MV-G2	1,87	2	0,3929
Coef.Conting.Cramer	0,24		
Coef.Conting.Pearson	0,32		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Aprovechamiento*

Comunidad	Cosecha por Ecopurus	Coge frutos	Del suelo	Total
Santa Margarita	2	4	0	6
Nueva Luz	0	1	5	6
Pozo San Martín	0	5	0	5
Total	2	10	5	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Aprovechamiento*

Comunidad	Cosecha por Ecopurus	Coge frutos	Del suelo	Total
Santa Margarita	0,33	0,67	0,00	1,00
Nueva Luz	0,00	0,17	0,83	1,00
Pozo San Martín	0,00	1,00	0,00	1,00
Total	0,12	0,59	0,29	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	16,15	4	0,0028
Chi Cuadrado MV-G2	18,37	4	0,0010
Coef.Conting.Cramer	0,56		
Coef.Conting.Pearson	0,70		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Que tiempo*

Comunidad	Mayo, Junio	Junio	Junio, Julio	Agosto	Julio, Agosto	Julio	Total
Santa Margarita	1	1	2	2	0	0	6
Nueva Luz	0	0	1	0	4	1	6
Pozo San Martín	0	0	0	0	0	0	5
Total	1	6	3	2	4	1	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Que tiempo*

Comunidad	Mayo, Junio	Junio	Junio, Julio	Agosto	Julio, Agosto	Julio	Total
Santa Margarita	0,17	0,17	0,33	0,33	0,00	0,00	1,00
Nueva Luz	0,00	0,00	0,17	0,00	0,67	0,17	1,00
Pozo San Martín	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,06	0,35	0,18	0,12	0,24	0,06	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	25,03	10	0,0053
Chi Cuadrado MV-G2	28,01	10	0,0018
Coef.Conting.Cramer	0,70		
Coef.Conting.Pearson	0,77		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Forma garantizar*

Comunidad	No cortar y escalar	Limpiar zona	Capacitación	Conservando semilleros	Reforestando	Total
Santa Margarita	4	1	1	0	0	6
Nueva Luz	1	0	0	2	3	6
Pozo San Martín	5	0	0	0	0	5
Total	10	1	1	2	3	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Forma garantizar*

Comunidad	No cortar y escalar	Limpiar zona	Capacitación	Conservando semilleros	Reforestando	Total
Santa Margarita	0,67	0,17	0,17	0,00	0,00	1,00
Nueva Luz	0,17	0,00	0,00	0,33	0,50	1,00
Pozo San Martín	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,59	0,06	0,06	0,12	0,18	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	16,15	8	0,0403
Chi Cuadrado MV-G2	18,37	8	0,0186
Coef.Conting.Cramer	0,56		
Coef.Conting.Pearson	0,70		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Quien aprovecha*

Comunidad	La comunidad	Personas capacitados	Ecopurus, CARE	Ecopurus	Total
Santa Margarita	3	1	1	1	6
Nueva Luz	6	0	0	0	6
Pozo San Martín	5	0	0	0	5
Total	14	1	1	1	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas: Quien aprovecha*

Comunidad	La comunidad	Personas capacitados	Ecopurus, CARE	Ecopurus	Total
Santa Margarita	0,50	0,17	0,17	0,17	1,00
Nueva Luz	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Pozo San Martín	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,82	0,06	0,06	0,06	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	6,68	6	0,3516
Chi Cuadrado MV-G2	7,53	6	0,2749
Coef.Conting.Cramer	0,36		
Coef.Conting.Pearson	0,53		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Conoce aprovecha*

Localidad	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	Total
Nueva Luz	1	2	0	2	0	0	1	0	6
Pozo San Martín	0	1	0	2	0	1	0	1	5
Santa Margarita	0	2	1	1	1	0	0	1	6
Total	1	5	1	5	1	1	1	2	17

*Frecuencias relativas por filas (expresadas como porcentajes)*

*En columnas: Conoce aprovecha*

Localidad	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	Total
Nueva Luz	16,67	33,33	0,00	33,33	0,00	0,00	16,67	0,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	20,00	0,00	40,00	0,00	20,00	0,00	20,00	100,00
Santa Margarita	0,00	33,33	16,67	16,67	16,67	0,00	0,00	16,67	100,00
Total	5,88	29,41	5,88	29,41	5,88	5,88	5,88	11,76	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	11,62	14	0,6371
Chi Cuadrado MV-G2	13,36	14	0,4983
Coef.Conting.Cramer	0,48		
Coef.Conting.Pearson	0,64		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Distancia km*

Localidad	2,00	2,50	3,00	20,00	Total
Nueva Luz	3	0	2	1	6
Pozo San Martín	4	0	1	0	5
Santa Margarita	4	2	0	0	6
Total	11	2	3	1	17

*Frecuencias relativas por filas (expresadas como porcentajes)*

*En columnas: Distancia km*

Localidad	2,00	2,50	3,00	20,00	Total
Nueva Luz	50,00	0,00	33,33	16,67	100,00
Pozo San Martín	80,00	0,00	20,00	0,00	100,00
Santa Margarita	66,67	33,33	0,00	0,00	100,00
Total	64,71	11,76	17,65	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	7,80	6	0,2534
Chi Cuadrado MV-G2	9,43	6	0,1507
Coef.Conting.Cramer	0,39		
Coef.Conting.Pearson	0,56		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Tiempo\_min*

Localidad	1,00	45,00	60,00	90,00	120,00	180,00	240,00	Total
Nueva Luz	1	1	1	1	0	1	1	6
Pozo San Martín	0	0	4	0	1	0	0	5
Santa Margarita	0	2	3	0	1	0	0	6
Total	1	3	8	1	2	1	1	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Tiempo\_min*

Localidad	1,00	45,00	60,00	90,00	120,00	180,00	240,00	Total
Nueva Luz	16,67	16,67	16,67	16,67	0,00	16,67	16,67	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	80,00	0,00	20,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	33,33	50,00	0,00	16,67	0,00	0,00	100,00
Total	5,88	17,65	47,06	5,88	11,76	5,88	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	12,51	12	0,4053
Chi Cuadrado MV-G2	15,05	12	0,2386
Coef.Conting.Cramer	0,50		
Coef.Conting.Pearson	0,65		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Cada\_tiempo*

Localidad	Anual	Porcentaje
Nueva Luz	6	35,29
Pozo San Martín	5	29,41
Santa Margarita	6	35,29
Total	17	100,00

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Cada\_tiempo*

Localidad	Anual	Porcentaje
Nueva Luz	100,00	100,00
Pozo San Martín	100,00	100,00
Santa Margarita	100,00	100,00
Total	100,00	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	0,12	2	0,9429
Chi Cuadrado MV-G2	0,12	2	0,9417
Coef.Conting.Cramer	0,08		
Coef.Conting.Pearson	0,08		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Kilo\_S/.*

Localidad	0,00	45,00	50,00	80,00	300,00	350,00	400,00	Total
Nueva Luz	1	1	0	1	0	0	3	6
Pozo San Martín	0	0	1	0	4	0	0	5
Santa Margarita	0	0	0	0	5	1	0	6
Total	1	1	1	1	9	1	3	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Kilo\_S/.*

Localidad	0,00	45,00	50,00	80,00	300,00	350,00	400,00	Total
Nueva Luz	16,67	16,67	0,00	16,67	0,00	0,00	50,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	20,00	0,00	80,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	0,00	0,00	0,00	83,33	16,67	0,00	100,00
Total	5,88	5,88	5,88	5,88	52,94	5,88	17,65	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	20,15	12	0,0643
Chi Cuadrado MV-G2	24,87	12	0,0155
Coef.Conting.Cramer	0,63		
Coef.Conting.Pearson	0,74		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Donde vende*

Localidad	Agricultura	Extranjero	Lima	No sabe	Pucallpa	P. Esperanza	RAMSA	Total
Nueva Luz	2	1	0	0	1	2	0	6
Pozo San Martín	0	0	0	2	3	0	0	5
Santa Margarita	0	0	2	3	0	0	1	6
Total	2	1	2	5	4	2	1	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Donde vende*

Localidad	Agricultura	Extranjero	Lima	No sabe	Pucallpa	P. Esperanza	RAMSA	Total
Nueva Luz	33,33	16,67	0,00	0,00	16,67	33,33	0,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	0,00	40,00	60,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	0,00	33,33	50,00	0,00	0,00	16,67	100,00
Total	11,76	5,88	11,76	29,41	23,53	11,76	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	21,85	12	0,0393
Chi Cuadrado MV-G2	26,00	12	0,0107
Coef.Conting.Cramer	0,65		
Coef.Conting.Pearson	0,75		

**Anexo 3.-** Correlación de las variables largo, ancho y peso de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
Lar_cm	Pes F_g	95	0,84 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
Pes F_g	An_cm	95	0,82 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
An_cm	Pes F_g	95	0,82 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
An_cm	Lar_cm	95	0,63 <0,0001

---

**Anexo 4.-** Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

N_cos	C_indígena	Método	C_ar	C_fru	Lar_cm	An_cm	Pes F_g	Pes S_g	N_sem
1	Santa Margarita	Lona	Ca15	M1	18.00	11.00	667	47	57
2	Santa Margarita	Suelo	Ca15	M2	16.50	9.00	427	37	46
3	Santa Margarita	Copa	Ca15	M3	16.50	9.50	400	35	54
4	Santa Margarita	Copa	Ca15	M4	18.00	10.50	524	44	49
5	Santa Margarita	Copa	Ca15	M5	18.00	10.50	475	44	56
6	Santa Margarita	Lona	Ca5	M7	17.00	7.00	295	32	36
7	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M8	19.00	8.00	401	52	48
8	Santa Margarita	Copa	Ca5	M9	19.00	8.00	383	43	38
9	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M10	19.00	8.50	422	53	52
10	Santa Margarita	Lona	Ca5	M11	17.00	7.50	348	45	48
11	Santa Margarita	Copa	Ca5	M12	17.00	8.00	342	37	40
12	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M13	19.50	8.00	386	37	37
13	Santa Margarita	Lona	Ca5	M14	16.00	7.50	275	46	52
14	Santa Margarita	Copa	Ca5	M15	15.50	6.50	276	29	33
15	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M32	19.00	10.00	640	49	54
16	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M33	16.50	9.00	450	41	54
17	Santa Margarita	copa	Ca19	M34	17.50	10.00	502	32	44
18	Santa Margarita	Lona	Ca19	M35	19.00	10.50	722	44	41
19	Santa Margarita	copa	Ca19	M36	18.00	10.00	557	38	39
20	Santa Margarita	Lona	Ca19	M37	16.00	8.50	376	31	35
21	Santa Margarita	Copa	Ca19	M38	19.00	11.00	823	51	55
22	Santa Margarita	Copa	Ca19	M39	18.00	11.00	638	43	53
23	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M40	18.00	11.00	636	40	42
24	Santa Margarita	Lona	Ca19	M41	19.00	11.00	646	43	46
25	Santa Margarita	Lona	Ca14	M42	18.00	10.00	572	66	45
26	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M43	17.50	9.00	542	63	51
27	Santa Margarita	Copa	Ca14	M44	17.00	10.00	494	42	34
28	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M45	17.00	10.00	487	33	39
29	Santa Margarita	Copa	Ca14	M46	19.00	10.00	721	70	54
30	Santa Margarita	Lona	Ca14	M47	17.00	10.00	514	50	52
31	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M48	15.00	9.00	366	31	52
32	Santa Margarita	Lona	Ca14	M49	19.00	10.00	536	47	45
33	Santa Margarita	Copa	Ca14	M50	11.00	7.00	173	21	54
34	Santa Margarita	Copa	Ca14	M51	16.00	9.00	394	43	58
35	Santa Margarita	Suelo	Ca16	M52	21.00	10.00	567	56	48
36	Santa Margarita	Copa	Ca16	M52	17.50	8.50	373	48	48
37	Santa Margarita	Lona	Ca16	M52	21.00	9.00	529	58	55

38	Santa Margarita	Suelo	Ca16	M52	18.00	9.00	490	35	52
39	Santa Margarita	Lona	Ca16	M52	16.00	8.00	450	52	48
40	Nueva Luz	Lona	Ca13	N1	16.00	9.00	409	39	55
41	Nueva Luz	Lona	Ca13	N2	15.00	8.50	310	35	45
42	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N3	14.00	7.50	262	30	41
43	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N4	17.50	9.00	477	51	53
44	Nueva Luz	Copa	Ca13	N5	12.50	7.50	232	28	49
45	Nueva Luz	Copa	Ca13	N6	14.00	8.50	281	33	49
46	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N7	16.50	9.00	422	43	51
47	Nueva Luz	Suelo	Ca9	N8	13.00	7.00	189	24	34
48	Nueva Luz	Lona	Ca9	N9	11.50	6.50	172	20	24
49	Nueva Luz	Copa	Ca9	N10	14.00	7.50	260	34	44
50	Nueva Luz	Copa	Ca9	N11	15.00	8.50	337	41	51
51	Nueva Luz	Copa	Ca9	N12	11.50	6.50	156	18	38
52	Nueva Luz	Suelo	Ca9	N13	15.00	7.50	291	37	51
53	Nueva Luz	Lona	Ca9	N14	17.00	9.00	418	52	55
54	Nueva Luz	Lona	Ca18	N16	19.00	9.50	579	58	51
55	Nueva Luz	Copa	Ca18	N17	17.50	9.00	436	47	49
56	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N18	17.50	9.00	466	46	49
57	Nueva Luz	Lona	Ca18	N19	19.00	10.00	593	60	54
58	Nueva Luz	Lona	Ca18	N20	19.00	9.50	540	54	46
59	Nueva Luz	Copa	Ca18	N21	15.00	8.50	359	37	41
60	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N22	15.00	8.50	334	35	49
61	Nueva Luz	Lona	Ca18	N23	19.00	9.00	565	55	48
62	Nueva Luz	Copa	Ca18	N24	17.00	9.00	445	44	48
63	Nueva Luz	Copa	Ca18	N25	18.00	9.50	531	60	56
64	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N26	19.00	9.50	533	57	51
65	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N27	18.00	8.50	484	49	48
66	Nueva Luz	Copa	Ca18	N28	16.00	8.00	418	44	55
67	Nueva Luz	Copa	Ca18	N29	17.00	9.00	428	51	57
68	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N30	17.50	9.00	488	48	45
69	Nueva Luz	Lona	Ca18	N31	14.00	7.00	254	27	34
70	Pozo San Martín	Suelo	Ca1	P1	22.00	9.00	725	52	52
71	Pozo San Martín	Lona	Ca1	P2	18.00	8.00	500	49	54
72	Pozo San Martín	Lona	Ca1	P3	17.00	7.50	380	42	49
73	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P4	20.00	9.00	520	39	40
74	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P5	22.00	9.50	725	52	55
75	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P6	20.00	8.50	640	46	56
76	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P7	18.00	9.00	530	44	59
77	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P8	19.00	9.50	630	62	59
78	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P9	18.00	9.00	500	29	30
79	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P10	17.50	9.00	500	42	41

80	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P11	19.00	9.50	590	59	61
81	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P12	18.00	9.00	500	58	55
82	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P13	16.00	8.00	350	36	43
83	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P14	18.00	9.00	400	46	56
84	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P15	17.50	9.50	495	43	45
85	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P16	18.50	9.50	395	47	53
86	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P17	18.50	9.00	500	59	48
87	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P18	19.50	10.00	630	68	56
88	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P19	20.00	9.50	680	78	51
89	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P20	18.00	10.50	490	42	39
90	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P21	19.00	10.00	570	44	49
91	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P22	19.00	10.00	595	52	46
92	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P23	18.00	9.50	500	51	55
93	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P24	19.50	9.50	600	58	50
94	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P25	20.00	10.00	630	57	57
95	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P26	17.00	9.00	430	54	51

Leyenda: N\_cos=Número de cosecha, C\_indígena=Comunidad indígena, C\_ar=Código de árbol, C\_fru=Código de fruto, Lar\_cm=Longitud de los frutos (cm), An\_cm número de semillas, Pes F\_g=Peso de los frutos (g), Pes S\_g=Peso de las semillas (g), N\_sem=Número de semillas.

## **Anexo 5.-** Análisis de varianza de las variables distancia y tiempo de las comunidades hacia los árboles de caoba

### **Análisis de la varianza**

#### **Distancia**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dist m	28	0,36	0,30	82,64

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	253153243,70	2	126576621,85	6,88	0,0042
C_Indígena	253153243,70	2	126576621,85	6,88	0,0042
Error	459929867,73	25	18397194,71		
Total	713083111,43	27			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4267,11239**

*Error: 18397194,7093 gl: 25*

C Indígena	Medias	n	E.E.	
Pozo San Martín	2901,17	6	1751,06	A
Nueva Luz	2973,00	12	1238,18	A
Santa Margarita	9224,10	10	1356,36	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

## Tiempo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Min	28	0,36	0,31	84,56

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1304823,59	2	652411,80	7,09	0,0036
C_Indígena	1304823,59	2	652411,80	7,09	0,0036
Error	2300008,52	25	92000,34		
Total	3604832,11	27			

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=301,75397**

*Error: 92000,3407 gl: 25*

C Indígena	Medias	n	E.E.	
Pozo San Martín	196,50	6	123,83	A
Nueva Luz	198,42	12	87,56	A
Santa Margarita	648,30	10	95,92	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

## Anexo 6.- Modelos lineales generalizados mixtos para los métodos de cosecha de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g08_N.Semillas_ML <- glmer(cbind(N.Semillas
,as.numeric(as.character(Columna1))-
N.Semillas)~1+Cosecha+localidad+Cosecha:localidad+(1|Bloque)+(1|localidad)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data08)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g08\_N.Semillas\_ML

*Variable dependiente: N.Semillas*

#### General

Familia Enlace nAGQ

Binomial logit 1

### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
54	340.93	362.81	-159.47	318.93

AIC y BIC menores implica mejor

### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Cosecha	1.33	2	0.5149
localidad	10.48	2	0.0053
Cosecha:localidad	52.88	4	<0.0001

### Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	0.11	0.20	0.53	0.5989
Cosechaa2	0.79	0.25	3.22	0.0013
Cosechaa3	1.18	0.26	4.57	<0.0001
localidadb2	0.96	0.25	3.83	0.0001
localidadb3	0.57	0.24	2.37	0.0179
Cosechaa2:localidadb2	-0.68	0.36	-1.87	0.0618
Cosechaa3:localidadb2	-1.11	0.37	-2.98	0.0029
Cosechaa2:localidadb3	-1.38	0.34	-4.03	0.0001
Cosechaa3:localidadb3	-2.51	0.36	-7.02	<0.0001

### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque	(Intercept)	0.09	0.29
localidad	(Intercept)	3.8E-10	1.9E-05

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Cosecha	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
a2	0.72	0.16	0.67	0.04	A
a1	0.62	0.16	0.65	0.04	A
a3	0.59	0.16	0.64	0.04	A

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

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para localidad

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
b2	1.13	0.16	0.76	0.03	A
b1	0.76	0.16	0.68	0.03	B
b3	0.04	0.16	0.51	0.04	C

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

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha\*localidad

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Cosecha	localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
a3	b1	1.29	0.23	0.78	0.04	A
a2	b2	1.17	0.23	0.76	0.04	A B
a3	b2	1.14	0.23	0.76	0.04	A B
a1	b2	1.07	0.22	0.74	0.04	A B
a2	b1	0.90	0.22	0.71	0.04	A B
a1	b3	0.68	0.21	0.66	0.05	B
a1	b1	0.11	0.20	0.53	0.05	C
a2	b3	0.08	0.20	0.52	0.05	C
a3	b3	-0.65	0.21	0.34	0.05	D

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

**Anexo 7.-** Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g05_N.Semillas_ML<-glmer(cbind(N.Semillas
,as.numeric(as.character(Columna1))-
N.Semillas)~1+Cosecha+localidad+N.Dias+Cosecha:localidad+Cosecha:N.Dias+localidad:N.Dias+Cose
cha:localidad:N.Dias+(1|Bloque_localidad)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data05)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g05\_N.Semillas\_ML

Variable dependiente: N.Semillas

## General

Familia Enlace nAGQ  
binomial logit 1

## Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
810	2672,41	2761,65	-1317,20	2634,41

*AIC y BIC menores implica mejor*

## Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Cosecha	0,46	2	0,7928
localidad	11,39	2	0,0034
N.Dias	47,76	1	<0,0001
Cosecha:localidad	23,26	4	0,0001
Cosecha:N.Dias	5,93	2	0,0515
localidad:N.Dias	6,80	2	0,0334
Cosecha:localidad:N.Dias	1,63	4	0,8042

## Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-3,97	0,66	-5,99	<0,0001
Cosechaa2	-0,46	0,89	-0,52	0,6009
Cosechaa3	-0,42	0,87	-0,48	0,6329
localidadb2	-0,35	0,88	-0,40	0,6892
localidadb3	0,75	0,88	0,85	0,3966
N.Dias	0,03	0,03	1,01	0,3147
Cosechaa2:localidadb2	-0,47	1,22	-0,38	0,7028
Cosechaa3:localidadb2	-0,64	1,21	-0,53	0,5958
Cosechaa2:localidadb3	-0,04	1,25	-0,03	0,9726
Cosechaa3:localidadb3	-2,11	1,36	-1,56	0,1199
Cosechaa2:N.Dias	0,03	0,04	0,88	0,3787
Cosechaa3:N.Dias	0,03	0,03	0,96	0,3362
localidadb2:N.Dias	0,03	0,04	0,82	0,4139
localidadb3:N.Dias	-0,02	0,04	-0,59	0,5542
Cosechaa2:localidadb2:N.Di..	0,01	0,05	0,14	0,8883
Cosechaa3:localidadb2:N.Di..	0,01	0,05	0,19	0,8476
Cosechaa2:localidadb3:N.Di..	-0,02	0,05	-0,41	0,6841
Cosechaa3:localidadb3:N.Di..	0,04	0,05	0,78	0,4375

## Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque localidad	(Intercept)	0,01	0,10

**N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Cosecha	PredLin	E.E.	Media	E.E.
a2	-3,13	0,07	0,04	2,7E-03 A
a1	-3,13	0,07	0,04	2,6E-03 A
a3	-3,26	0,07	0,04	2,6E-03 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para localidad***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.
b2	-3,01	0,07	0,05	3,2E-03 A
b1	-3,10	0,07	0,04	3,0E-03 A
b3	-3,41	0,08	0,03	2,6E-03 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha\*localidad***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Cosecha	localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.			
a3	b1	-2,94	0,11	0,05	0,01	A		
a1	b2	-2,99	0,11	0,05	4,9E-03	A		
a2	b2	-3,01	0,11	0,05	5,0E-03	A	B	
a3	b2	-3,02	0,11	0,05	4,9E-03	A	B	C
a2	b1	-3,04	0,11	0,05	4,8E-03	A	B	C
a1	b3	-3,08	0,11	0,04	4,6E-03	A	B	C
a1	b1	-3,32	0,12	0,03	4,1E-03		B	C
a2	b3	-3,33	0,12	0,03	4,1E-03			C
a3	b3	-3,81	0,15	0,02	3,3E-03			D

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



Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el comité consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

***MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES  
TROPICALES Y BIODIVERSIDAD***

**FIRMANTES:**

---

Sven Gunter, Ph.D.  
**Director de tesis**

---

Fernando Carrera, M.Sc  
**Miembro Comité Consejero**

---

Diego Delgado, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**

---

Francisco Mesén, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**

---

Francisco Jiménez, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**

---

Joe Sixto Saldaña Rojas  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis primero a Dios, quien me dio la oportunidad de avanzar en lo profesional y me inspiró para la conclusión de la maestría y de esta investigación. A mis padres Sixto y Francisca, quienes me dieron vida, apoyo y consejos; además, porque sin ellos no sería el ser humano que soy ahora. A mis hermanos Lady, Yoli, Valeria, Diego, Adriana, María y Jimena, por ser más que hermanos, amigos que me apoyaron siempre en cada momento, y a Lleni a quien encontré recientemente y forma ahora parte de mi vida. A mis tíos Ladi, Yoli y Ricardo por sus valiosos consejos durante mi vida. A mis compañeros de estudio, amigos y profesores, porque sin su ayuda no hubiera podido avanzar hasta el término de esta investigación. A todos los pobladores de Purús que me abrieron las puertas de sus casas para llevar a cabo esta investigación. Finalmente a mis abuelitos que ya no se encuentran conmigo y están en la gloria de nuestro Señor. A todos ellos les agradezco infinitamente desde el fondo de mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Organización de los Estados Americanos (OEA), por otorgarme la beca de estudios para realizar la maestría en CATIE.

A WORLD WILDLIFE FUND, a través de las becas USAID, por el apoyo económico brindado en la fase de campo de la tesis para trabajar en Purús; especialmente al biólogo José Luis Mena, encargado del proyecto que me brindó esta oportunidad.

A mi profesor consejero Ph.D. Sven Gunter, por la concepción de esta interesante propuesta de trabajo en Purús y su apoyo incondicional hasta la redacción final de este documento.

A los miembros del comité, especialmente a Fernando Carrera por su consejería y valiosos aportes, a Sergio Vílchez y Alejandra Ospina por el gran apoyo en los análisis estadísticos.

Al Sr. Emilio Montes Bardales, representante de la FECONAPU. A los ayudantes de campo en Purús, Jeremías Montes en Puerto Esperanza, Paulo Conshico, Lupe Conshico y Euclides López, en la comunidad de Santa Margarita; Manuel Prado, César Quirino, Bebcó Pedro, Moisés Prado, Francisco Quirino e Inés Roque en la comunidad de Nueva Luz; Carlos Nobrega, Francisca Nobrega de la comunidad de Pozo San Martín y Diana Landauro del INEI.

A los representantes de las instituciones en Purús, como el señor Rafael del Águila, presidente de ECOPURUS, a la ingeniera Karen Lino de APECO, al ingeniero Rafael Pino, Jefe de la Reserva Comunal Purús, biólogo Max Villacorta de la WWF. En Pucallpa al ingeniero Serafín Filomeno, encargado del proyecto PROBOSQUES del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y Wilson Saldaña por su apoyo en la evaluación de las semillas en vivero.

En CATIE a todas aquellas personas que laboran en la parte administrativa por su amable atención y por brindarme su valioso apoyo.

A Sandra Escobar, por acompañarme y permitirme disfrutar de maravillosos momentos de nuestra estancia en CATIE.

A mis compañeros de promoción 2013-2014, "los patacones" César Caraguay, Gladis Huanca, César Mendoza, Rogelio Villareyna y Carlos Villanueva, más que amigos, mis hermanos del alma. A Julia Baumgartner por la traducción del documento.

A Catty Samaniego por sus valiosos consejos y apoyo en los momentos difíciles.

A toda mi familia entera por haberme apoyado durante mi desarrollo profesional, los quiero, los adoro y significan mucho en mi vida.

Finalmente gracias a todos aquellos que de una u otra manera aportaron para que este logro se cristalice.

## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en la ciudad de Iquitos, el 18 de junio de 1980. Cursó sus estudios en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, y obtuvo el título de Ingeniero Forestal en el 2005. Participó como colaborador de campo en diversos proyectos en la Amazonía. Durante 3 años, desde el 2004, apoyó la tesis doctoral de una estudiante de la Universidad de Cornell University en la dispersión de semillas por peces frugívoros en los bosques inundables de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. En el 2007 colaboró con la investigación de los doctores Thomas Kursar y Phillis Coley de University of Utah *About the evolutionary ecology and physiology of tropical rainforest plants, their interactions with herbivores, and their adaptations to light and water stress*. En el 2008, gracias a una beca del AECID, participó en el Seminario Internacional: Gestión adaptativa de las áreas protegidas de Iberoamérica ante el cambio global en Cartagena de Indias-Colombia. En el 2009 trabajó en extensión rural comunitaria acerca de las TIC en el Instituto de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones. En el 2011 laboró en monitoreo ambiental en Servicios Analíticos Generales. En el 2012 obtuvo una beca de la Organización de los Estados Americanos OEA para cursar sus estudios de postgrado en el 2013, en la Maestría Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
BIOGRAFÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IIX
ÍNDICE DE CUADROS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	XIVV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT .....	XVI
1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.- JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2.- OBJETIVOS DE ESTUDIO .....	3
1.2.1.- Objetivo general.....	3
1.2.2.- Objetivos específicos .....	3
1.3.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
2.- MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1.- DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DE LA "CAOBA" <i>SWIETENIA MACROPHYLLA</i> KING (MELIACEAE) .....	5
2.2.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	6
2.3.- PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS .....	7
2.4.- CALIDAD FÍSICA Y GERMINACIÓN .....	7
2.5.- ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	7
2.6.- USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	7
2.7.- CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE CAOBA .....	8
2.8.- CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA DE SEMILLAS DE CAOBA .....	9
2.9.- GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CAOBA.....	10
3.- LITERATURA CITADA.....	13
4.-ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN .....	19
ARTÍCULO 1. PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE ÁRBOLES DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ .....	19

1.- INTRODUCCIÓN .....	19
2.- ÁREA DE ESTUDIO .....	20
3.- METODOLOGÍA .....	22
3.1.- PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE LOS ÁRBOLES DE CAOBA CERCANOS A LAS TRES COMUNIDADES INDÍGENAS DEL PURÚS .....	22
3.2.- EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS SOBRE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE SEMILLAS DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS .....	23
3.2.1.- Porcentaje de Pureza .....	24
3.2.2.- Determinación de la humedad .....	24
3.2.3.- Ensayo de germinación .....	25
3.3.- ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMILLAS PROVENIENTES DE 28 ÁRBOLES SEMILLEROS.....	25
3.4.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	26
4.- RESULTADOS .....	26
4.1.- UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES DE CAOBA .....	27
4.1.1.- Descripción de los rangos diamétricos de los individuos de caoba .....	29
4.1.2.- Relación del DAP, altura comercial y total de los individuos de caoba .....	31
4.1.3.- Calidad fenotípica de los árboles de caoba .....	31
4.2.- ESTADO FENOLÓGICO Y FITOSANITARIO DE LAS CAOBAS.....	33
4.3.- POTENCIAL ESTIMADO DE PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS POR COMUNIDAD .....	36
4.4.- PORCENTAJE DE PUREZA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS .....	37
4.5.- EFECTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS .....	37
4.6.- ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMILLAS PROVENIENTES DE 28 ÁRBOLES .....	39
5.- CONCLUSIONES .....	41
6.- RECOMENDACIONES.....	42
7.- BIBLIOGRAFÍA .....	42
8.- ANEXOS .....	49

ARTÍCULO 2. APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ.....	56
1.- INTRODUCCIÓN .....	56
2.- ÁREA DE ESTUDIO .....	57

3.- METODOLOGÍA .....	58
3.1.- ESFUERZO DE TRABAJO EN EL APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	58
3.2.- PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA COSECHA DE LAS SEMILLAS .....	58
3.3.- ENSAYO DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS POR MÉTODOS DE COSECHA .....	62
3.3.1.- Diseño experimental .....	63
3.5.- ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE LA COSECHA DE SEMILLAS CON MADERA ASERRADA .....	63
3.6.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	64
4.- RESULTADOS.....	64
4.1.- ESFUERZO DE TRABAJO PARA LA COSECHA DE LOS FRUTOS DE CAOBA .....	64
4.1.1.- Las semillas y árboles son escasos o abundantes .....	65
4.1.2.- La forma de aprovechamiento de las semillas .....	65
4.1.3.- Tiempo que realizan la cosecha de las semillas .....	65
4.1.4.- Forma de garantizar una producción racional de las semillas .....	66
4.1.5.- Aprovechamiento y beneficio de la cosecha de las semillas .....	66
4.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS COSECHADOS POR COMUNIDAD Y MÉTODO DE RECOLECTA .....	67
4.3.- DISTANCIAS Y TIEMPOS DE RECORRIDO HASTA LOS ÁRBOLES SEMILLEROS DE CAOBA .....	69
4.4.- GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE COSECHA.....	70
4.5.- ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE LA COSECHA DE SEMILLAS CON MADERA ASERRADA .....	73
5.- CONCLUSIONES .....	75
6.- RECOMENDACIONES.....	76
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	77
8.- ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural de *Swietenia macrophylla* en América (Acosta 2011).....5

### ARTÍCULO 1

Figura 2. Ubicación de la zona de estudio en la provincia de Purús. Los círculos rojos indican la ubicación de las comunidades estudiadas.....21

Figura 3. Árbol de caoba con fuste recto en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....28

Figura 4. Rangos diamétricos de los individuos de caoba encontrados en la zona de estudio.....30

Figura 5. Rangos diamétricos de los individuos de caoba por comunidad encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.....30

Figura 6. Biplot resultado del análisis de componentes principales de las variables DAP (Dap\_m), altura comercial (AC), altura total (AT) de los árboles de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....31

Figura 7. Agrupamientos basados en la calidad fenotípica de 48 árboles de caoba en tres comunidades indígenas del Purús.....32

Figura 8. Biplot de la relación de los indicadores de calidad con los grupos identificados en el análisis de conglomerado. ....33

Figura 9. Árbol de caoba con frutos en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....35

Figura 10. Árbol de caoba con presencia de abejas melíferas en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.....35

Figura 11. a. Fruto de caoba inmaduro afectado por loros y guacamayos. b. Columela en estado de pudrición con presencia de larvas en la comunidad de Nueva Luz, Purús, Ucayali.....36

Figura 12. Porcentaje de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos provenientes de las características fenotípicas de los árboles de caoba en Purús, Ucayali.....38

Figura 13. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba provenientes de las características fenotípicas de los árboles.....39

## ARTÍCULO 2

Figura 14. Ubicación de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en la provincia de Purús, Ucayali, Perú.....	58
Figura 15. Subidor escalando árbol de caoba en la comunidad de Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....	61
Figura 16. Métodos de cosecha de los frutos para la obtención de las semillas utilizadas en los ensayos de germinación.....	62
Figura 17. Análisis de correspondencia de las entrevistas sobre las características de la cosecha de las semillas realizadas por los pobladores de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....	66
Figura 18. a. Siembra de las semillas de caoba por tratamiento. b. Germinación de las semillas en el vivero del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en Pucallpa, Ucayali.....	69
Figura 19. Porcentaje de semillas germinadas utilizando diferentes métodos de cosechas en tres comunidades del Purús.....	71
Figura 20. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por método de cosecha.....	72
Figura 21. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por comunidad.....	72

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Preguntas guías para la investigación según objetivo planteado.....4

### **ARTÍCULO 1**

Cuadro 2. Parámetros de evaluación fenotípica de los árboles para la recolección de semillas (Ordoñez 2001).....23

Cuadro 3. Características de los árboles de caoba ubicados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....28

Cuadro 4. Potencial de producción de frutos y semillas de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali.....37

Cuadro 5. Beneficios de la cosecha de 28 árboles semilleros en tres comunidades de Purús, Ucayali.....40

### **ARTÍCULO 2**

Cuadro 6. Tiempos, equipos y costos de materiales por método de cosecha necesarios para la colecta de semillas de caoba en Purús.....59

Cuadro 7. Equipo de alpinismo necesario para la cosecha de las semillas en Purús.....30

Cuadro 8. Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....68

Cuadro 9. Distancias y tiempos de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín necesarios para llegar a los semilleros de caoba.....69

Cuadro 10. Comparación de los beneficios de la cosecha de semillas y el aprovechamiento de los árboles de caoba en Purús, Ucayali.....74

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

### **ARTÍCULO 1**

Anexo 1.- Características fenotípicas de las caobas en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú.....	49
Anexo 2.- Características fenotípicas de los 28 árboles considerados como semilleros en las comunidades de Purús, Ucayali, Perú.....	50
Anexo 3.- Correlación de las variables DAP y Altura total de los árboles en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú .....	51
Anexo 4.- Análisis de componentes principales (Matriz de correlación) en relación con la edad, altura comercial y total de los individuos de caoba.....	51
Anexo 5.- Análisis de varianza para los grupos de calidad fenotípica de los individuos de caoba .....	52
Anexo 6.- Tabla de contingencia de los grupos de calidad fenotípica por comunidad .....	52
Anexo 7.- Modelos lineales generalizados mixtos para características fenotípicas en la germinación de semillas.....	53
Anexo 8.- Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas.....	54
Anexo 9.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles identificados como semilleros en Purús.....	55

### **ARTÍCULO 2**

Anexo 1.- Encuesta para el esfuerzo de aprovechamiento de las semillas de caoba.....	80
Anexo 2.- Resultado del análisis de contingencia para el esfuerzo de trabajo en la cosecha de los frutos de caoba.....	81
Anexo 3.- Correlación de las variables largo, ancho y peso de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú.....	86

Anexo 4.- Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú.....	87
Anexo 5.- Análisis de varianza de las variables distancia y tiempo de las comunidades hacia los árboles de caoba.....	89
Anexo 6.- Modelos lineales generalizados mixtos para los métodos de cosecha de semillas.....	90
Anexo 7.- Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas.....	92

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

ACP	Autoridad del Canal del Panamá
ADAR	Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural
APC	Área de Proyección de Copa
APECO	Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
Bh-T	Bosque Húmedo Tropical
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
DAP	Diámetro a la Altura del Pecho
DN	Diámetro normal. Diámetro del árbol a 1,30 m de la base
ECOPURUS	Conocimiento Ancestral para el Desarrollo Sostenible
EIA	Environmental Investigation Agency
ESNACIFOR	Escuela Nacional de Ciencias Forestales
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
ISTA	Asociación Internacional de Ensayos de Semillas
ITTO	Organización Internacional de Maderas Tropicales
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales
ONG	Organización No Gubernamental
POA	Plan Operativo Anual
PROECEN	Proyecto de Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

## RESUMEN

En la provincia de Purús, en la región Ucayali, en Perú, se encuentran asentadas comunidades indígenas que conservan en sus territorios unos de los últimos remanentes naturales de caoba *Swietenia macrophylla*. Estas poblaciones tomaron la iniciativa de realizar un manejo sostenible de las semillas, con el fin de asegurar la protección de este recurso, y al mismo tiempo de fomentar actividades que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las familias. No obstante, la escasa información y el poco conocimiento sobre técnicas para el manejo adecuado de las semillas han afectado sus actividades productivas. Los objetivos de esta investigación fueron: i) determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba, ii) evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas, iii) conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas, iv) determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de las semillas.

Se registraron datos de las características fenotípicas y dasonómicas de los individuos de caoba. Las semillas fueron cosechadas utilizando diferentes métodos de aprovechamiento y luego sometidas a ensayos de calidad para determinar los porcentajes de pureza y humedad, así como la germinación de las mismas. Se encontraron individuos con buenos diámetros (>90 cm), forma de fuste recto (64%), copas buenas (88%) que reunirían condiciones para ser árboles semilleros. De todos los árboles registrados, solo el 52% tuvieron frutos. Se cosecharon 95 frutos de 11 árboles, equivalentes a 4545 semillas con un peso de 2,27 kilos. Los frutos tuvieron en promedio un largo de 17,40 cm y ancho de 8,98 cm; el peso promedio de los frutos fue de 468,35 g con rangos entre 156 y 823 g, y el número promedio de semillas por fruto fue de 48. El porcentaje promedio de germinación encontrada fue de 64%, con máximos y mínimos que variaron entre 78% y 34,7%. La germinación de las semillas fue mayor según la procedencia y el método de cosecha utilizado ( $F=52,88$ ;  $p<0,0001$ ).

Cosechar semillas de la copa del árbol requiere mayor inversión económica y tiempo, pero se puede disponer de la cantidad de frutos necesarios. Una semilla requiere de 18 días para iniciar la germinación, y esta concluye en 30 días. Los beneficios que se pueden obtener de la caoba podrían ser mayores si las comunidades deciden dejar los árboles en pie, puesto que no solo se obtienen ingresos económicos por la cosecha de las semillas cada año, también contribuyen a conservar el hábitat y los ecosistemas para el desarrollo de otras especies.

**Palabras clave:** Caoba, características fenotípicas, semillas, métodos de cosecha, Purús.

## ABSTRACT

In the province of Purus, in the Ucayali region in Peru, indigenous communities live and conserve one of the last remaining natural mahoganies, *Swietenia macrophylla*, in their territory. These communities have taken the initiative to sustainably manage the seeds in order to ensure the protection of this resource, and at the same time, promote activities that contribute to improving the life quality for their families. However, little information and little knowledge about techniques for proper seed management have affected their productive activities. The objective of this study was to evaluate the productive potential of natural populations of mahogany for seed management in three indigenous communities of Purus.

Phenotypic data on characteristics and dasonomic mahogany individuals were recorded. Seeds were harvested using different harvest methods and then subjected to quality tests to determine the percentages of purity and moisture and germination thereof. Individuals with good diameter (>90 cm), straight shafts (64%), and proper crowns (88%) were found that had the characteristics needed to serve as seed trees. Of the total registered trees, only 52% contained fruit. Ninety five fruits were harvested from 11 fruit trees, equivalent to 4545 seeds, which weighed 2,27 kilos. The fruits had an average length of 17,40 cm and 8,98 cm width; average fruit weight was 468,35 g with ranges between 156 and 823 g and the average number of seeds per fruit was 48. The average germination percentage found was 64%, with maximum and minimum rates that varied between 78% and 34,7%.

In the analysis of seed germination, no significant difference between harvesting methods were found ( $p=0,5149$ ), since harvesting seeds from the crown of the tree, collecting them from the soil and the meshes statically in terms of viability mean the same thing, but if it is analyzed from another perspective in terms of the investment required, such as harvest type and the time, there would be a stark difference. One seed requires 18 days to germinate, concluding in 30 days. The benefits to be gained of mahogany could be higher if communities decide to leave the trees standing, not only to get income for the harvest of the seeds each year, also help to preserve the habitat and ecosystems for development of other species .

**Keywords:** mahogany, phenotypic characteristics, harvesting methods, seeds, Purus.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas complejos que albergan una amplia biodiversidad, gran parte de la cual está constituida por productos forestales maderables y no maderables, y se refieren a una serie de especies silvestres que tradicional e históricamente han sido utilizados para la alimentación, medicina, industria y elaboración de artesanías. Estos recursos provenientes del bosque son el sustento principal y son considerados indispensables en la vida cotidiana de las poblaciones rurales (Swaine y Whitmore 1988; CATIE– UICN 1995; Wong y Kisrti 2001).

La creciente demanda por la obtención de productos forestales maderables y su alto valor en el mercado ha conllevado a diezmar las poblaciones naturales de muchas especies en los bosques tropicales, tal es el caso de la caoba *Swietenia macrophylla*, árbol maderable de gran interés económico en el Perú y a nivel de los neotrópicos (Mayhew y Newton 1998; Marmillod 2007; Synnott 2009). Por ello, ha sido objeto de una intensa actividad de extracción por los madereros que se ha multiplicado durante los últimos años, debido al alto precio alcanzado en el mercado internacional (Brown et al. 2003). La corta anual permisible, de acuerdo con los índices establecidos en diversos estudios, podría estar superando las posibilidades de recuperación de las poblaciones naturales y comprometiendo significativamente su futuro, situación que se ve agravada por la actividad de tala ilegal, en perjuicio de la ecología y economía del sector forestal (UNALM 2009).

En 2005 las estadísticas oficiales mostraron que Perú exportó 45,000 metros cúbicos de caoba hacia Estados Unidos, casi veinte veces lo exportado en 1992. De acuerdo con estimaciones de World Wildlife Fund, esta cifra equivale a un total de 50,000 árboles talados (INFOSUR 2015). Las organizaciones ambientales e incluso algunas autoridades gubernamentales estiman que cerca del 90% de esa madera es de procedencia ilegal, por lo cual, se debe hacer mayores esfuerzos para su conservación.

Actualmente, la caoba es una especie protegida por el Estado peruano mediante normas legales debido a la fuerte explotación que ha sufrido, y queda un número reducido de individuos en bosques fragmentados que podrían estar sufriendo procesos de endogamia (Acosta 2011). Además, la caoba fue incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES 2005) apéndice II, dada la actual explotación en Sudamérica. Los impactos ocasionados a su hábitat han conducido a que esta especie se encuentre amenazada (Patiño 1997; Grogan et al. 2002), además el ataque de *Hypsipyla grandella*, plaga que puede atacar varias estructuras de los árboles (follaje, fuste y frutos), pero su mayor daño consiste en la perforación de los brotes nuevos, y especialmente del brote principal. Todo esto ha motivado a tomar medidas para un mejor manejo, ordenación, caracterización de sus recursos genéticos existentes, e investigaciones relacionadas con sus posibilidades de mejoramiento (Navarro 1999; Pennington 2002; Reynel et al. 2003).

La caoba se encuentra presente en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, no tolera las sequías prolongadas. Es una especie con tendencia a heliófita que forma

agrupamientos, presentes en bosques disturbados hasta condiciones primarias. En sus primeros estadios requiere de mucha luminosidad (Lombardi 2014). Se reproduce por medio de semillas, pero se desconoce su capacidad para reproducirse por vía asexual (PROECEN 2000). Las medidas de manejo sostenibles van encaminadas hacia los planes de manejo en áreas de aprovechamiento otorgadas por el Estado y la importancia que cumplen las áreas protegidas para la conservación de esta especie (Calvo 2000).

A lo largo del río Purús, en la región Ucayali en Perú, se encuentran asentadas comunidades indígenas que poseen unos de los últimos remanentes naturales de *S. macrophylla*. Estos pobladores tomaron la iniciativa de realizar actividades sostenibles como el manejo de las semillas para mejorar la calidad de vida de sus comunidades al asegurar la conservación de este recurso. No obstante, la escasa información y falta de técnicas para el manejo adecuado han afectado la producción de las mismas.

Realizar estudios más profundos acerca de esta especie, por ejemplo, las semillas, ponen de manifiesto la necesidad de investigar y encontrar mecanismos que nos permitan hacer una caracterización confiable, mediante la estimación precisa de indicadores que describan tanto su calidad como la obtención de información sobre las características fenotípicas que puedan brindar sus rodales naturales. Además, podría permitirles a los indígenas conservar su ecosistema, mantener un banco de germoplasma *in situ* e incrementar sus ingresos económicos a través de la cosecha sostenible de semillas.

### **1.1.- Justificación**

La caoba es una de las especies más explotadas en el bosque húmedo tropical, debido a su gran importancia económica en los mercados nacionales e internacionales, lo cual ha conllevado a una disminución de las poblaciones naturales ocasionada por una intensa tala ilegal y repercute negativamente en los ecosistemas (Cerdán 2007; Acosta et al. 2012). Además, el incremento de actividades agropecuarias locales de subsistencia, los procesos de colonización no planificada, la tala selectiva y la escasez de técnicas que permitan un adecuado manejo, representan una seria amenaza para las poblaciones en los bosques naturales. Por esta razón, el CITES ha incluido a la caoba en el apéndice II, normando a los gobiernos a controlar la tala, cuya madera es utilizada en la manufactura de muebles finos, y autoriza su comercio solo en la medida que no comprometa la existencia de esta especie (Rodan y Blundell 2003).

El interés actual de las organizaciones no solo se dirige a conservar la caoba, sino en los impactos que puedan generarse por su extracción. Esto ya que muchas personas como los indígenas dependen de los ecosistemas boscosos para su supervivencia, pues les brindan abrigo y alimento.

La realización de estudios tendientes a un mejor conocimiento sobre aspectos más detallados de su ecología y las características fenotípicas de sus rodales semilleros podrían permitirles a los pobladores mejorar la calidad y cantidad de las semillas durante la época de cosecha. Conocer el esfuerzo que realizan en el aprovechamiento de las semillas es necesario para establecer pautas en su dinámica de cosecha, igualmente el

mejor método para garantizar la calidad de las semillas en el momento de la recolecta les permitiría optimizar sus ingresos y conservar material disponible para la propagación. Con la información obtenida, se puedan elaborar y plantear alternativas que ayuden a desarrollar las metodologías adecuadas para conservar el pool genético a través de bancos de germoplasma y mejorar la calidad de vida de estas poblaciones.

## **1.2.- Objetivos de estudio**

### **1.2.1.- Objetivo general**

Evaluar el potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú.

### **1.2.2.- Objetivos específicos**

- Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de árboles de caoba en bosques cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús.
- Evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.
- Conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas.
- Determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de semillas.

### 1.3.- Preguntas de Investigación

Cuadro 1. Preguntas guías para la investigación según objetivo planteado

<b>Objetivo general:</b> Evaluar el potencial para manejo de semillas de caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Preguntas de investigación</b>
• Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús.	¿Cuántos árboles conocen los pobladores cercanos de la zona de estudio?
	¿Cuáles son las características fenotípicas de estos árboles?
• Evaluar el efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.	¿Cómo los parámetros fenotípicos influyen en la calidad y cantidad de semillas de caoba?
• Conocer el esfuerzo realizado en el aprovechamiento de las semillas.	¿Cuál es el esfuerzo de trabajo realizado por parte de los pobladores en la cosecha de las semillas?
• Determinar el efecto de diferentes métodos de cosecha sobre la calidad de semillas.	¿Cuáles métodos de cosecha presentan mejor respuesta en el ensayo de germinación de semillas?

## 2.- MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.- Distribución y hábitat de la "caoba" *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae)

El rango de distribución de la caoba comprende desde el sur de México pasando por Belice, la costa Atlántica de Guatemala, Honduras, Nicaragua y el norte de Costa Rica, luego en el Pacífico de Panamá, Atlántico de Colombia, Venezuela, en la Amazonía Peruana, Boliviana y Brasileña (figura 1). La familia de la caoba incluye cerca de 50 géneros y 1000 especies (Navarro 1999). Se encuentra desde la latitud 20° N. Se desarrolla en tierra bajas entre los 9 y 1500 msnm de altitud. Entre 1250 y 1500 msnm alcanza un mejor nivel de desarrollo con precipitaciones que oscilan entre 1640 y 3000 mm y temperaturas mayores de 24 °C; no soporta las heladas. Crece en diversos tipos de suelos, aunque prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica; su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco-arenosos o arcillosos, fértiles, de origen calizo o aluvial, con buen drenaje interno y externo, un pH entre 6,9 y 7,7 y con pedregosidad baja o nula (CATIE 2000).

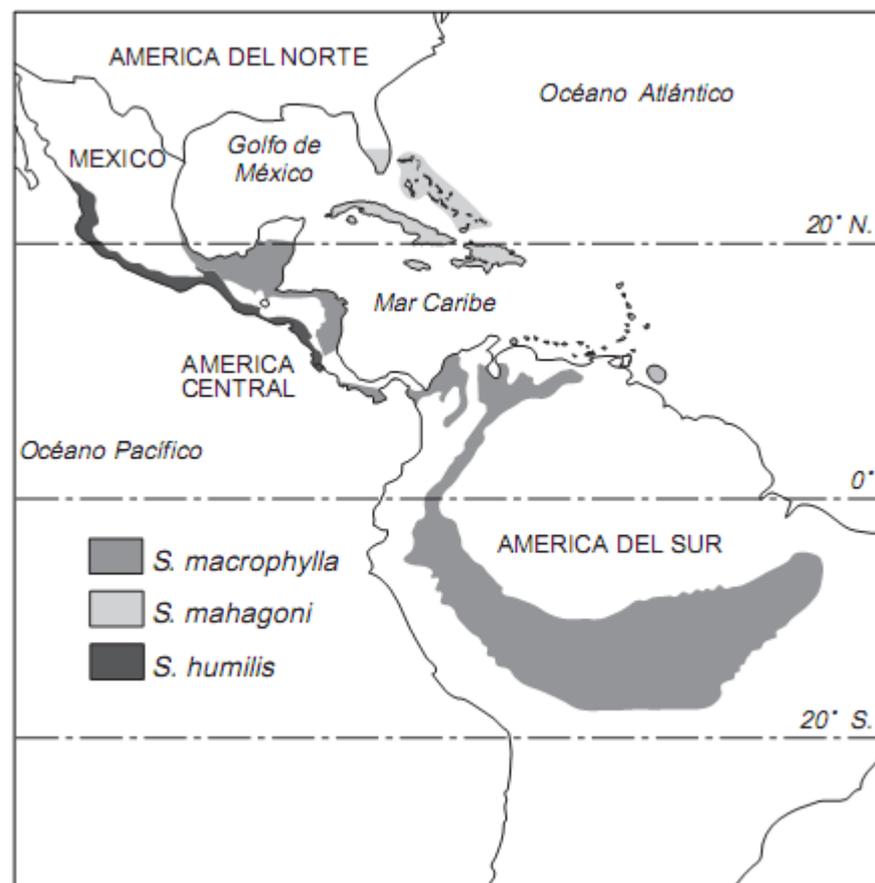


Figura 1. Distribución natural de *Swietenia macrophylla* en América (Acosta 2011).

## 2.2.- Descripción botánica

Es un árbol grande, que llega a alcanzar una altura de 35 hasta 60 m, y diámetros de 75 a 250 cm; es de follaje perenne y puede ser caducifolio en las zonas más secas de su distribución, su copa es ancha y redondeada. Presenta raíces extendidas y profundas. La base del fuste presenta contrafuertes grandes y tablares, bien conformados, de hasta 3 m de alto, sobre todo en los árboles viejos. El tronco es recto, ligeramente acanalado, libre de ramas hasta un 50% de su altura total; la corteza es profunda y ampliamente fisurada, áspera, de color gris a pardo rojizo (Cárdenas y Vásquez 1987).

La corteza externa es agrietada de color marrón claro a rojizo, el ritidoma se desprende en placas alargadas y la corteza interna es homogénea a fibrosa y de color rosado blanquecino, tiene un sabor amargo y astringente. El grosor total de la corteza es de 10 a 25 mm. Las ramitas terminales tienen sección circular, son de color castaño claro cuando están secas, estas son menudamente lenticeladas y glabras. Cada cierto tramo presentan cicatrices a consecuencia de la caída de hojas (Reynel et al. 2003).

Las hojas de la caoba son compuestas paripinnadas, a veces imparipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, con tendencia a agruparse en los extremos de las ramitas, miden de 12 a 40 cm de largo incluyendo el peciolo. Los folíolos se presentan de 4 a 6 pares, pudiendo ser opuestos o subopuestos, son ovados y asimétricos, tienen una longitud de 9 a 13 cm y un ancho de 3 a 4 cm. El ápice de los folíolos es agudo, falcado, la base es obtusa o aguda, marcadamente asimétrica y el borde es entero. Los nervios secundarios se presentan en 8 a 11 pares, son prominulos en ambas caras y los nervios terciarios se presentan en forma reticulada (Esponera 1985).

La floración de la caoba comienza entre los 12 y 15 años y se produce a partir de la caída de las hojas durante la estación seca, hasta inmediatamente después de la aparición de nuevas hojas (Baima 2001). Esta especie se beneficia de los periodos secos para la apertura de su fruto y la dispersión de sus semillas aladas (Contente et al. 2011). Las flores comienzan aparecer de noviembre a marzo y los frutos en marzo y de agosto hasta diciembre. El fruto es una cápsula erecta, elongada a elongada ovoide, pardo grisácea, lisa o diminutivamente verrugosa, de 10 a 22 cm de largo, 6 a 10 cm de ancho, con 4 a 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso (CATIE 2000). Cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas. Las semillas son aladas, livianas de 7,5 a 8,9 cm de largo y de 2,0 a 2,5 cm de ancho. La especie está clasificada como abundante en términos de producción de semillas (Contente et al. 2011).

La madera es de densidad media a alta 0,5 – 0,7g/cm<sup>3</sup>. Su color cambia de rojizo amarillento-marrón a rojizo-marrón oscuro. El brillo natural que tiene le confiere su excepcional belleza, es de fácil trabajabilidad y su acabado produce una superficie lisa y brillante; se emplea principalmente para la fabricación de muebles, así como para todo tipo de construcciones interiores y exteriores. Es una de las mejores y más valiosas especies que existe en el mercado, por tanto es utilizada para acabados finos y carpintería artística, maquetería y tallados (Cárdenas y Vásquez 1987; Lamprecht 1990; Snook 1998; Grogan et al. 2004; Shono y Snook 2006).

### **2.3.- Procesamiento de frutos y semillas**

En el procesamiento de los frutos, luego de ser recolectados, estos deben ser transportados a un lugar techado donde puedan ser extendidos en una lona aproximadamente por cinco días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Posteriormente, se trasladan a un patio de secado y se asolean por 4 horas durante tres días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas. Para desalar las semillas se friccionan manualmente (CATIE 2000). Por otra parte, Nimbro (1995) mencionó que los frutos cosechados bajo condiciones naturales en México fueron guardados en costales de yute para ser transportados al laboratorio. Asimismo, Samaniego (1995) mencionó que el método de procesamiento constó básicamente en labores de extracción, limpieza y secado de las semillas, procesos que incluyó para determinar los costos de recolección y procesamiento de las semillas en Costa Rica.

### **2.4.- Calidad física y germinación**

En la calidad física generalmente existen entre 1800 a 2500 semillas/kg. Se han reportado porcentajes de pureza de 95 a 99%, con un contenido de humedad inicial entre 9 y 12% (CATIE 2000). Un fruto contiene un promedio de 48 semillas de 1.5 a 1.8 cm de diámetro y un promedio de 3.5 cm de largo. Un kilogramo contiene un promedio de 2100 semillas (PROECEN y ESNACIFOR 2003).

La germinación inicia de una a dos semanas después de la siembra y finaliza a la sexta semana; se reportan porcentajes de germinación de 80 a 95%, esta es hipogea y no requiere de tratamientos pregerminativos (CATIE 2000), aunque se han conocido porcentajes que van de 40 a 70 %. Se obtiene el 95% si la siembra se lleva a cabo con semillas recién colectadas (CONABIO 2011).

### **2.5.- Almacenamiento de las semillas**

Las semillas son ortodoxas y conservan su poder germinativo hasta por siete u ocho meses almacenados a temperatura ambiente en bolsas de papel; almacenadas en refrigerador, en bolsas plásticas herméticamente selladas conservan la viabilidad por más de cuatro años (CATIE 2000). Las semillas conservan su poder germinativo por ocho años si son almacenadas a 4°C y con contenido de humedad de 4%. Asimismo, Trejero et al. (2006) observó el deterioro de las semillas de dos procedencias bajo diferentes métodos de almacenamiento, e indica que estas conservaron mejor su viabilidad en la cámara fría (9%), cuando se utilizan envases permeables para evitar la evaporación del contenido de humedad de la semilla.

### **2.6.- Usos e importancia económica**

La caoba por ser uno de los árboles más valiosos es considerada de gran importancia dentro de las actividades en la industria forestal de muchos países de

América Latina, incluyendo a Perú. Por sus finos acabados, durabilidad y trabajabilidad, es usada en la manufactura de muebles de alta calidad, decoración de interiores, instrumentos musicales, en la ebanistería, para molduras y paneles (Reynel et al. 2003).

Es una madera que se puede trabajar fácilmente en el aserrado, tiene un rápido secado sin inconvenientes. Al momento de cepillar y pulir tiene una apariencia preciosa, por estas razones tiene un valor muy alto en el mercado nacional e internacional. Los exportadores pueden recibir hasta US\$1700 por m<sup>3</sup>; y estos precios pueden ser más altos en los Estados Unidos, donde la madera de un árbol de caoba peruana puede venderse en US\$11000 (EIA 2012).

La corteza tiene gran cantidad de taninos y se usa para curtir y teñir pieles. La corteza y las semillas tienen uso medicinal contra la fiebre y la diarrea, fiebre tifoidea; su semilla es sumamente amarga y astringente y se ha usado como calmante del dolor de muelas. Contiene también un aceite con el que se pueden preparar cosméticos (ACP 2007).

## **2.7.- Características fenotípicas relacionadas con la producción de frutos de caoba**

Las características como la forma de fuste, hábito de ramificación, dirección de la fibra y densidad básica, entre otras, son transmitidas a los individuos con alta heredabilidad. Cuando se cuenta con muchos rodales de una especie, para el caso de mejoramiento genético, se debe seleccionar aquella con las mejores características (Jara 1995), pero este parámetro se ve influenciado por un efecto ambiental mucho mayor si proviene de un bosque natural (Murillo 1990). Además de la valoración fenotípica de los individuos, especialmente en especies maderables, es necesario realizar una evaluación cuantitativa considerando parámetros dasométricos como altura, DAP y altura comercial para tener una referencia de las características que heredarán los nuevos individuos (Yépes 2006).

En Bolivia, relacionaron la producción de frutos con el diámetro, al encontrar que en árboles de 30 a 80 cm la producción es baja, en comparación con árboles arriba de los 80 cm. Se llega al máximo de producción con árboles de 120 cm de diámetro (Gullison et al. 1996)

Por otro lado, el estudio realizado por Cámara-Cabrales y Snook (2005) en Quintana Roo mostró que la altura de los árboles, sus APC y el volumen de las copas se incrementaron al aumentar el diámetro. Los árboles mayores a 75 cm de DAP alcanzaron hasta 31 m de altura. La altura de la copa fue mayor en los árboles mayores a 75 cm ( $16 \pm 0,3$  m) que en árboles menores a 75 cm ( $10 \pm 0,2$  m), mientras que el APC se incrementó casi tres veces (de  $63 \pm 3$  m<sup>2</sup> a  $180 \pm 4$  m<sup>2</sup>) entre árboles menores a 75 cm y mayores a 75 cm DAP, respectivamente. Los árboles mayores producen más frutos porque la copa es más grande (Snook et al. 2005), no porque invierten una mayor proporción de sus recursos en la producción semillera. Además de ser los mejores productores de semilla, los árboles con DAP mayores a 75 cm fueron también los más

altos (30 m). Esto permite que sus semillas sean dispersadas a distancias mayores que las semillas de árboles más pequeños.

Según Mori (2009), al realizar un diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús, observó que el 76% de los árboles de caoba que fueron evaluados en la zona (39 árboles) calificaron como semilleros debido a sus cualidades fenotípicas sobresalientes. Por ejemplo, se encontró un mayor número de individuos en diámetros mayores de 140 cm, las alturas comerciales entre rangos de 5 m a 30 m con un promedio de 13,10 metros, las alturas totales entre 15 m y 30 m con promedios de 22,90 m. Estas grandes dimensiones indicaron individuos con buenas características en la zona. Los diámetros de copa también fueron impresionantes en la mayoría de los casos, pues podían llegar a ocupar círculos con diámetros entre 15 m y 33 m; esta característica podría contribuir a una mayor producción de frutos.

En Quintana Roo, Negreros-Castillo et al. (2014) mencionaron que el tamaño de la copa del árbol puede afectar directamente la cantidad del fruto que se produce anualmente en esta zona. La producción de frutos de árboles con diámetros mayores a 75 cm puede ser tres veces mayor que la de los árboles con diámetros menores a 75 cm. Cada año, el 80% de los árboles con diámetros menores a 75 cm producen frutos comparado con el 90% de los árboles con diámetros mayores a 75 cm, debido a que la producción de fruto está asociada al tamaño de la copa.

## **2.8.- Calidad y cantidad de la cosecha de semillas de caoba**

El momento ideal para la cosecha de las semillas es cuando los frutos están maduros y se encuentra por iniciar el proceso de dispersión. Las semillas antes de eso pueden estar aún inmaduras fisiológica o estructuralmente, e imposibilitadas para terminar su maduración. La calidad de las semillas cosechadas es considerada de gran importancia, debido a que aquellas de baja calidad no resisten al almacenamiento, por lo tanto tendrán problemas en la germinación en comparación con aquellas cosechadas con mucho cuidado (Cabrera 2006).

Samaniego (1995) estudió la estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales en Costa Rica, y mencionó que para obtener un kilogramo de semilla limpia y seca es necesario recolectar por lo menos 32 kilos de frutos. El rendimiento de la recolección de semillas en kg/hombre/día fue de 124,5 kg de frutos, equivalentes a 4,3 kilos de semillas limpias.

Grogan et al. (2003), al realizar una investigación de los patrones de regeneración de la caoba en bosques con y sin intervención en el sureste de Brasil, observaron que en la zona de estudio el 43% de los árboles tuvieron frutos, variando de uno hasta más de cien, con un promedio de 9,2 frutos por árbol, y en relación con las semillas se tuvo un estimado entre 50 y mayor a 5000. La producción en este tipo de bosques por ser

parcialmente aprovechados y debido al tamaño promedio de los árboles fue relativamente baja.

Por otra parte, Niembro y Ramírez-García (2006) evaluaron la cantidad y calidad biológica de semillas de 20 familias de caoba procedentes de una plantación en el Estado de Campeche en México; los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas entre el número de semillas desarrolladas y el potencial de producción de semillas al nivel de 0,05 de probabilidad. El número de semillas desarrolladas fue de 10 a 71 por fruto, con una media general de 47,5 y un coeficiente de variación de 20,23%. El potencial de producción de semillas fue de 54 a 89% por fruto, con una media general de 65,7% y un coeficiente de variación de 9,29%. Tanto la eficiencia de producción como la viabilidad de las semillas no presentaron variaciones significativas entre familias, con ello se indica que las diferencias observadas fueron producto del azar y no obedecen a una fuente de variación previamente identificada.

Asimismo, Cabrera (2006) lleva a cabo un estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de caoba en Cobán, y encontró que en la zona de estudio inició la floración a principios de abril y terminó a finales de mayo, produciendo frutos anualmente pero iniciando a principios de junio. La maduración tardó de 6 a 7 meses, sus frutos estuvieron maduros en diciembre y enero. La colecta ideal de frutos y semillas se realizó de febrero a marzo; la dispersión total de semillas fue a finales de marzo y abril por medio del viento. En los análisis de calidad se encontró una pureza física de 99,5%; 2,136 semillas puras/kg; 5,40% de humedad; germinación de 88% y 1,800 semillas viables/kg.

## **2.9.- Germinación de semillas de caoba**

Samaniego (1995) documentó que las semillas de caoba lograron mantener su viabilidad después de 6 meses al ser almacenadas a una temperatura constante de 15°C, con un contenido de humedad de 4,8%. Estos resultados mostraron que estas semillas germinan mejor en las cabinas de germinación a 30°C, en un sustrato de arena-tierra, 8 horas sin luz y 16 horas con luz, previa imbibición en agua durante 24 horas como tratamiento pregerminativo. La germinación aumentó en 9,2% en relación con la obtenida en la prueba de rutina.

Marzalina et al. (1997), con la finalidad de garantizar una alta viabilidad de las semillas de caoba, llevaron a cabo estudios sobre el tamaño y la madurez de los frutos. Encontraron que las frutas de tamaño grande (longitud que va desde 101,3 hasta 174,0 mm y un peso de 222-482 g) produjeron semillas con más alto porcentaje de germinación en comparación con las semillas de frutas de tamaño medianas y pequeñas. El contenido de humedad de las semillas disminuyó a medida que los frutos se volvieron maduros. Los frutos que se mostraron agrietados indicaron el estado de madurez completo. Las semillas de los frutos que fueron abiertos fueron capaces de retener el 35% de contenido de humedad después de 24 horas de secado ambiente, y mantuvieron una mayor viabilidad en comparación con las semillas recolectadas de frutos que fueron agrietados naturalmente.

Asimismo, Marzalina y Normah (2001) evaluaron el efecto de la desecación de semillas de caoba para determinar la mejor condición para reducir el contenido de humedad sin afectar la viabilidad. Utilizaron cuatro tipos de tratamientos en semillas con y sin testa, temperatura ambiente de 28°C (en incubadora), en ambiente frío de 21°C (en laboratorio), horno con circulación de aire a 35°C, y sílica gel (en el desecador a 25°C). Los cuatro tratamientos mantuvieron altos porcentajes de germinación de 70 a 78% para semillas con testa. Las semillas sometidas a temperatura ambiente y frío tuvieron entre 55 a 70% de germinación. Los tratamientos en el horno y la desecación con sílica gel incrementaron la tasa de respiración especialmente para semillas sin testa. Se concluyó que las semillas sin testa se pueden almacenar en un periodo de corto plazo si el contenido de humedad es reducido gradualmente de 2 a 9% usando condiciones ambientales de 21 a 28°C.

Del mismo modo, Quinto et al. (2009), evaluaron las alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro rojo (*Cedrela odorata*) y roble (*Tabebuia rosea*). Realizaron dos ensayos, uno con cinco tratamientos: agua de coco tierno, socato y seco, agua destilada y testigo sin inmersión; en el otro ensayo se comparó la germinación de las semillas de las tres especies a 28/24 °C y 12 horas luz. Encontraron mayores diferencias en tamaño y un tanto en pureza en las tres especies evaluadas, que fueron similares en contenido de humedad y en viabilidad. La germinación en las tres especies mejoró ( $p < 0,05$ ) de 2 y hasta 10 veces en comparación al testigo, pero se mantuvo similar ( $p > 0,05$ ) a la encontrada con agua destilada. La mejoría en germinación solo se dio con agua de coco tierna. A 28/24 °C y 12 horas luz, la caoba mostró 1,4 y 2 veces una germinación mayor ( $p < 0,05$ ) comparada con la que tuvieron el cedro y roble, respectivamente. En general la germinación en el ensayo a temperatura alta fue mayor que en el de agua de coco que se llevó a temperatura ambiente. Se concluyó que el agua de coco puede ser un promotor de la germinación en caoba, cedro rojo y roble si el fruto es tierno, y que la semilla de caoba muestra alta respuesta en germinación a la temperatura ambiental alta.

Acosta-López et al. (2011) estudiaron la germinación y el crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla*) en condiciones de vivero en Chiapas, México utilizando cuatro tratamientos pregerminativos (ácido giberélico, agua caliente, peróxido de hidrógeno y testigo). Los parámetros considerados fueron porcentaje de germinación, velocidad e índice de germinación acumulada. Estos resultados mostraron que con el ácido giberélico se obtiene un 92% de germinación, y de acuerdo con el índice de velocidad, el ácido giberélico y el peróxido de hidrógeno aceleran el proceso germinativo en 21,02 y 22,28 días en promedio y el testigo en 26,07 días. Posteriormente, se evaluaron los sustratos de polvillo de coco, polvillo de maíz, vermicomposta y arena para determinar su influencia en el crecimiento de las plántulas, mediante los parámetros como longitud de tallo, diámetro del tallo y número de hojas, con un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Se demostró que el tratamiento con polvillo de coco fue el más sobresaliente para los tres parámetros.

Por otro lado, Acosta et al. (2012) realizaron una investigación sobre las semillas de *Swietenia macrophylla* para determinar la variación y germinación con tres procedencias (para lo cual se contó con germoplasma de Centla, Tenosique y

Villahermosa) en el Estado de Tabasco, México. Midieron el largo y ancho de una muestra de semillas y ensayaron la germinación en charolas individuales, evaluando esta actividad a través del porcentaje de germinación. Encontraron diferencias significativas entre procedencias y entre árboles dentro de procedencias para el largo y ancho de las semillas, y fue el Tenosique el que presentó las mayores semillas. Por otro lado, los resultados en la germinación fueron bajos. El porcentaje de germinación de Tenosique fue de 2%, mientras que el de Villahermosa fue de 15,67% y la procedencia de Centla no germinó. Concluyeron que con esta variación se debe desarrollar una estrategia que conduzca al manejo adecuado de la especie a partir de estas poblaciones.

Espinoza (2013) estudió la variación de semillas y germinación de 6 familias de *Swietenia macrophylla*, provenientes de Campeche, y encontró diferencias estadísticamente significativas en las variables estudiadas, en donde el largo de semillas presentó menor variación con un promedio de 26,15 mm y el grueso de semilla mostró un promedio de 6,55 mm. El porcentaje de germinación en promedio fue de 68,58%. Concluyó que los resultados encontrados en esta investigación aportarán conocimiento que será básico para el futuro del manejo de la especie, siempre y cuando se busque correlacionar resultados con desarrollo desde semillas hasta planta. Además las diferencias encontradas sirven para aportar variación a otras descendencias para enriquecer el pool genético de la especie en una prueba de conservación.

De acuerdo con la información obtenida, la caoba puede encontrarse en un rango entre 55 a 92% de germinación, y entre 20 a 22 días de iniciada la siembra.

### 3.- LITERATURA CITADA

- Acosta, G.R. 2011. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King. de tres procedencias del estado de Tabasco, México. Trabajo para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. 50 p.
- Acosta, G.R.; Mendizábal-Hernández, L.; Alba-Landa, J.; Alderete, Ch. A.; De la Cruz, L.N. 2012. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* king de tres procedencias del Estado de Tabasco, México. Foresta Veracruzana 14(1):35-42.
- Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. Lacandonia 5(1): 13-20.
- Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural –ADAR. 2001. Informe preliminar proyecto Purús, primera fase del proyecto de evaluación y asesoría medio ambiental. Puerto Esperanza. 500 p.
- ACP (Autoridad del Canal del Panamá). 2007. Manual de Reforestación: Especies Maderables Tradicionales. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 2. Equipo de Sensores Remotos. Panamá. 52 p
- Baima, A. M. V. 2001. O Status de *Swietenia macrophylla* King (Mogno) em duas florestas exploradas no Estado do Pará: O caso de Marabá e Rio Maria. FCAP, Belém, Pará, Brasil. Tese de Mestrado, 174 p.
- Betancourt, B. A. 1983. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. Editorial Científico-Técnico. p. 309-322.
- Blaser, J. 1984. El parámetro "tendencia del árbol"- una proposición para clasificar árboles cualitativamente. El Chasqui (C.R.) (5-6):22-25.
- Brown, N; Jennings, S; Clements, T. 2003. The ecology, silviculture and biogeography of mahogany (*Swietenia macrophylla*): a critical review of the evidence. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 6(1-2): 37-49.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y santa maría (*Calophyllum brasiliense* var. rekoi standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala. 66 p.
- Cámara-Cabrales, L.; Snook, L.K. 2005. Producción de semillas de caoba en México. Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. Recursos Naturales y Ambiente 44:60-67
- Cárdenas, V. L.; Vasquez, R. M. 1987. Alcances ecológico silviculturales de la especie *Swietenia macrophylla* king. Notas Científicas Matero. p. 18 – 23.
- CATIE – UICN. 1995. El papel de los productos no maderables en el manejo diversificado del bosque. Boletín. Turrialba – Costa Rica. 30 p.

- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- CITES. 2005. Convention on International Trade Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Oficial Documents. Consultado en octubre 2013. Disponible en <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- CONABIO. 2011. *Swietenia macrophylla* King. Consultado en febrero 2015. Disponible en [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/37-melia5m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/37-melia5m.pdf)
- Dawkins, H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Institute Paper N°34. Imperial Forestry Institute, Oxford. 155 p.
- EIA. 2012. La Máquina Lavadora: Cómo el fraude y la corrupción en el sistema de concesiones están destruyendo el futuro de los bosques del Perú. EIA Global Org. Perú. 72 p.
- Espinoza, S. 2013. Variación de semillas y germinación de 6 familias de *Swietenia macrophylla* King, provenientes de Campeche. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. 39 p.
- Espinoza, V. M. 2008. Análisis de calidad y comportamiento de semillas de lupina (*Cytisus monspensulanus*) de origen conocido en distintas comunidades de chimborazo. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 107 p.
- Esponera, V. T. 1985. Caoba, Cedro y Apamate. Agrinco de Venezuela S. A. Boletín Técnico N° 01. p 9 – 16.
- Grogan, J.; Barreto, P.; Veríssimo, A. 2002. Mahogany in the Brazilian Amazon: ecology and perspectives on management. Brasil, Belem, Imazon. 58 p.
- Grogan, J.; J. Galvao, L.S.; Veríssimo, A. 2003. Regeneration of big-leaf mahogany in closed and logged forests of southeaster Pará, Brazil. *In* Lugo, A.; Figueroa-Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag. p. 193-208.
- Grogan, J.; Matthew L.R.; Ashton, M.S.; Galvão, J. 2004. Growth response by big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) advance seedling regeneration to overhead canopy release in Southeast Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management* 204:399–412.

- Gullison, R.E.; Panfill, S.N.; Strouse, J.J.; Hubbell, S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. Botanical Journal of the Linnean Society 122(1):9-34.
- Hutchinson, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 7. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 32 p.
- InfoStat. 2011. Grupo InfoStat/FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Ed. Brujas, Córdoba, Argentina.
- INFOSUR. 2015. La caoba. Consultado en abril 2015. Disponible en <http://www.infosur.com.pe/caoba.htm>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA. 1999. Reserva del Alto Purús, expediente técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- ISTA. 1976. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 4: 49–177.
- Jara, F. 1995. Identificación y selección de fuentes semilleras. *In* Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. Conif, Bogotá. Serie Técnica N 32. 156 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas tropicales en los ecosistemas tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para su aprovechamiento. GTZ. Eschborn DE. 335 p.
- Lipa, V.; Zedano, J.; Ticona, P. 1998. Geología de los cuadrángulos de Palestina, Curanjillo, Puerto Esperanza, Río Curanja, Balta, José Galvez, Alerta, Río Cocama y Río Yaco. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico –INGEMMET. Boletín N° 108. Lima, Perú. 124 p.
- Lombardi, I.I. 201. Dictamen de extracción no perjudicial de *Swietenia macrophylla* King. (caoba). Informe preparado para el Ministerio del Ambiente, Lima-Perú. 30 p.
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Marzalina, M.; Normah, M.N.; Krishnapillay, B. 1997. Collection and handling of mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds for optimum viability. Journal of Tropical Forest Science 9(3):398-410.
- Marzalina, M.; Normah, M.N. 2001. Desiccation studies on mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds. Journal of Tropical Forest Science 13(3):405-414.

- Murillo, O. 1990. Estrategias a corto plazo de producción de semilla mejorada genéticamente para la reforestación en Costa Rica. *Tecnología en marcha* 10(4):23-27.
- Navarro, C. 1999. Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Mayhew, J. E.; Newton, A. C. 1998. The silviculture of mahogany. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, CABI Publishing. 226 p.
- Negreros-Castillo, P.; Cámara-Cabrales, L.; Devall, M.S.; Fajvan, M.A.; Mendoza, M.A.; Mize, C.W.; Navarro-Martinez, A. 2014. Guía para la silvicultura de las selvas de la caoba en Quintana Roo, México. CFAN, CONAFOR. (Borrador Final, 27 de agosto de 2014). México. 76 p.
- Niembro, R.A. 1995. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México. *In* Memorias del Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Rodolfo Salazar (editor técnico). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 249-263.
- Niembro, A.; Ramírez-García, E.O. 2006. Evaluación de la cantidad y calidad biológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* king – meliaceae) procedentes de una plantación en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 8(1):23-30.
- Norgrove, L.; Herrera, S.J. 2005. Manejando nuestras cochas. Fundación Gordon & Betty Moore, WWF, FECONAPU. Comunidad Indígena Laureano. Purús, Ucayali-Perú. 69 p.
- Ordóñez, L.; Aguirre, N.; Hofstede, R. 2001. Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador. Proyecto de Investigaciones en Ecosistemas Tropicales – ECOPAR. Quito, Ecuador. 48 p.
- Pennington, T. D. 2002. Mahogany carving a future. *Biologist* 49(5): 204-208.
- PROECEN, 2000. CAOBA: *Swietenia macrophylla* G. King. Colección de Maderas Tropicales de Honduras. ESNACIFOR. OIMT. Ficha Técnica N° 25. Lancetilla, Honduras. 8 p.
- PROECEN; ESNACIFOR. 2003. Guías silviculturales de 23 especies forestales del bosque húmedo de Honduras. Siguatepeque, Honduras, PROECEN-ESNACIFOR. 20 p.
- Quinto, L.; Martínez-Hernández, P.A.; Pimentel-Bribiesca, L. ; Rodríguez-Trejo, D.A. 1999. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 23-28.

- Reynel, C.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; 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. ICRAF. Lima-Perú. 509 p.
- Rodan, B.; Blundell, A. 2003. Can sustainable mahogany stem from CITES Science. *Bioscience* 53 (7): 619.
- Rodríguez, R.G.; Márquez, R.J.; Rebolledo-Camacho, V. 2001. Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en *Cedrela odorata* L. y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Foresta Veracruzana* 3(1):35-38.
- Esponera, V. T. 1985. Caoba, Cedro y Apamate. Agrinco de Venezuela S. A. Boletín Técnico N° 01. p 9 – 16.
- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Shono, K.; Snook, L.K. 2005. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. *Journal of Tropical Forest Science* 18(1):66—73.
- Snook, L. K. 1998. Sustaining harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from Mexico's Yucatan forests: past, present, and future. *In* Primack, B.; Bray, D.B.; Galletti, H. (eds.). *Timber, Tourists and Temples: Conservation and Development in the Maya Forests of Belize, Guatemala and Mexico*. Island Press, Washington, DC, USA. p. 61-80.
- Snook, L.K.; Cámara-Cabrales, L.; Kelty, M.J. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): Patterns of variation and implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 206:221-235.
- Swaine, M. D.; Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Synnott, T. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. *Tropical Forestry* No 14. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, England. 67 p.
- Synnott, T.J. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Trad. J. Valerio, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 103 p.
- Synnott, T.J. 2009. La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. Corredor Biológico Mesoamericano-México, Conabio. México, D.F., México. 152 p.

- Tovar, A. 1998. Informe de viaje de campo, brigada Purús Ucayali. Lima, Perú. Centro de Datos para la Conservación. Universidad Nacional Agraria la Molina. 30 p.
- Trejero, J.G.; Jasso, M.J.; Vargas, H.J.; Soto, H.M. 2006. Deterioro de semillas de dos procedencias de *Swietenia macrophylla* King. bajo distintos métodos de almacenamiento. Ra Ximhai 2(1):223-239.
- UNALM, 2009. Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Informe Final. Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev. 3(F). 54 p.
- Wong, J.L.G.; Kisrti. T 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencias y principios biométricos. FAO. Roma. 124 p.
- Yépes, R.S. 2006. Determinación del potencial de producción y comercialización de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la región norte del Ecuador. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. 126 p.

## **4.-ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN**

### **ARTÍCULO 1. PRESENCIA Y PARÁMETROS FENOTÍPICOS DE ÁRBOLES DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ**

#### **1.- INTRODUCCIÓN**

Los bosques tropicales representan un recurso importante y de gran interés internacional debido al incremento de la deforestación y tala ilegal -principalmente dirigida hacia las especies de mayor demanda en los mercados internacionales- que causan la fragmentación del hábitat y en muchos casos conllevan al peligro de extinción. Es por esta razón que los gobiernos y las comunidades locales han dirigido su preocupación hacia el futuro de estos ecosistemas, y amenazas como el cambio climático (Plana 2000).

Una de las especies de mayor importancia económica provenientes de estos bosques es la caoba *Swietenia macrophylla* King. Las características como su intenso tono rojizo y su durabilidad la convierten en uno de los materiales de construcción y ebanistería más codiciados de la tierra, y en un símbolo de riqueza y poder. De esta manera, sigue siendo motivo de una intensa actividad de extracción por los altos precios que ha alcanzado en los mercados internacionales (Marmillod 2007). La caoba ha sido históricamente aprovechada desde tiempos de la colonia y en gran medida todavía por el método selectivo, extrayendo los árboles grandes y rectos, lo que ocasiona una erosión genética (Navarro 1999). Brasil y Bolivia han estado en el centro de este debate, porque son los mayores productores de caoba del mundo y conservan las mayores reservas naturales de dicha especie (Veríssimo et al. 1992; Buitrón y Mulliken 2001; ITTO 2003). En Perú, a pesar de su fuerte extracción, existen zonas de interés -por su cercanía a los países vecinos- como Loreto, Amazonas, San Martín, Ucayali, Huanuco, Junín, Cusco, Madre de Dios y Puno (Trigoso et al. 2002).

La provincia de Purús es una región muy privilegiada por poseer los últimos remantes de caoba que las poblaciones indígenas Cashinahuas, Sharanuahuas y Culinas protegen en sus territorios. Estas comunidades han tomado la iniciativa de organizarse en cooperación con WWF, CARE, ECOPURUS y otras instituciones para el aprovechamiento sostenible de la cosecha de las semillas, con la finalidad de evitar su desaparición y de contribuir a la conservación de los bosques amazónicos (Quispe y Tello 2013; Rubio et al. 2014). La tala indiscriminada de caoba se desarrolla en un contexto de pobreza rural con escasas oportunidades de ingreso y empleo para la población de la zona, pero con una gran demanda mundial por la preciada madera y, por otra parte, con una carencia de coordinación institucional para efectos de su solución (Cerdán 2007).

Esta escasez ha conllevado a que los extractores de madera ilegal se trasladen a lugares cada vez más alejados, donde aún es posible encontrar poblaciones silvestres de

caoba. La gran mayoría de dichos lugares no han sido habilitados por el Estado peruano para el aprovechamiento forestal comercial, y muchos constituyen reservas territoriales a favor de pueblos en aislamiento voluntario o áreas naturales protegidas, cuyo acceso y actividades a desarrollar es muy restringido (Cerdán 2007).

Esta situación ha llevado a tomar medidas para un buen manejo y aprovechamiento. A pesar de que existen estudios referentes a las densidades poblacionales (Snook 1993; Grogan et al. 2003; Mayhew et al. 2003) y la fenología (Gullison et al. 1996; Snook 2000; Grogan et al. 2003; Snook et al. 2005) en diferentes lugares de Latinoamérica, existe una escasa información en aspectos biológicos y ecológicos en la zona de Purús que determinen pautas relevantes encaminadas hacia el mejor uso y conservación de esta especie. En este sentido, los objetivos de este estudio fueron: i). Determinar la presencia y los parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús; ii). Determinar el efecto de los parámetros fenotípicos sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados.

## **2.- ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se ubica en la provincia de Purús, cuyas coordenadas son 9°23'10" (latitud meridional) y 70°29'30" (latitud occidental) y dentro de un rango altitudinal promedio de 285 metros sobre el nivel del mar, con un área de 1742,800 hectáreas (Norgrove y Herrera 2005) (figura 2). Cuenta con 41 comunidades indígenas, de 9 pueblos diferentes, asentadas a lo largo del río Purús y su afluente, el Curanja. La etnia que predomina demográficamente es el Cashinahua, le siguen los pueblos Culina, Sharanahua, Asháninka, Chaninahua, Amahuaca, Mastanahua y Yine. Se estima que más del 70% de la población es indígena; los colonos mestizos se concentran en su capital, que es Puerto Esperanza. Las comunidades seleccionadas para el estudio fueron Santa Margarita, Pozo San Martín y Nueva Luz. Estas poblaciones se dedican a la caza, la pesca y a una agricultura de autoconsumo de productos tradicionales. Un número reducido de indígenas apoyan en algunas instituciones del Estado u ONG ambientales.

El clima carece de estaciones definidas. La pluviosidad es alta de diciembre a abril (promedio anual bordea los 2,200 mm) y baja de mayo a octubre, que es cuando se produce la época seca. La temperatura promedio de unos 25°C, los valores extremos corresponden a los 17°C y 35°C (Tovar 1998), con una humedad relativa promedio anual de 75 a 82%, la velocidad promedio de vientos es 1.4 m/seg, con una dirección predominante de norte a sur.

La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), que es el medio ecológico determinado por factores de altitud, precipitación pluvial y temperatura, caracterizado por un bosque alto, tupido y exuberante con presencia de lianas y bejucos (Holdridge 1987).

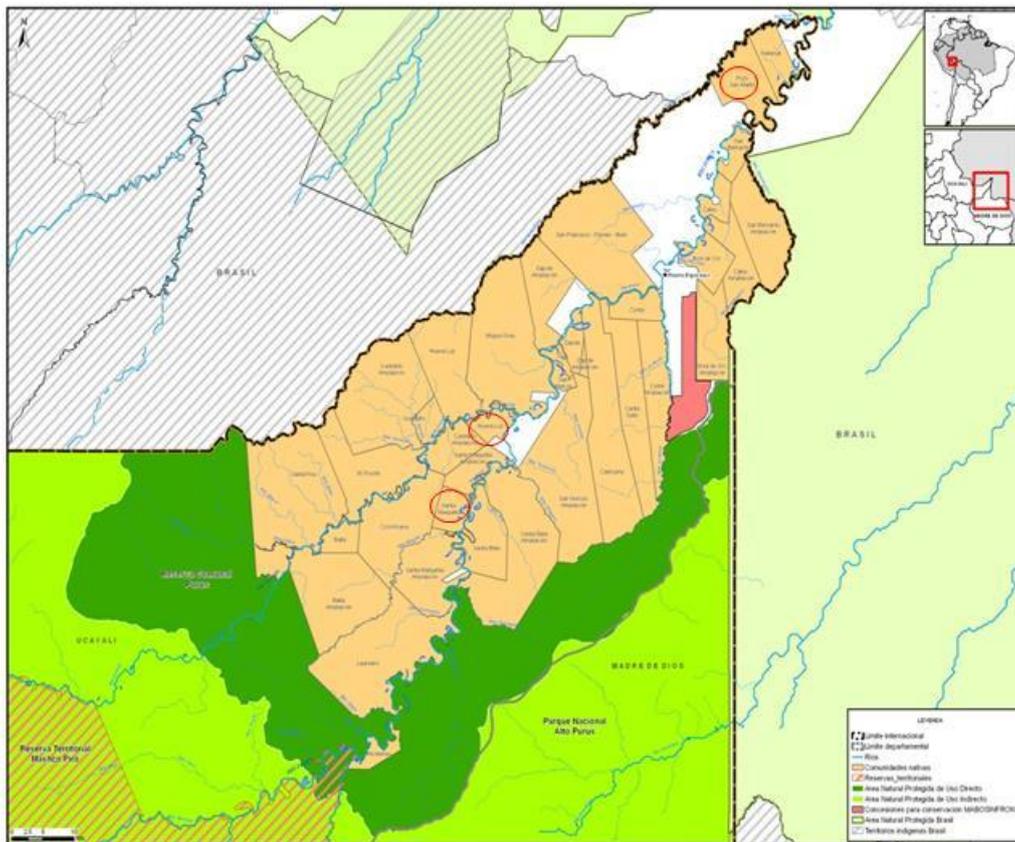


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio en la provincia de Purús. Los círculos rojos indican la ubicación de las comunidades estudiadas.

El estudio realizado por INRENA (1999) reporta que se han identificado seis tipos de suelos que caracterizan la zona y han sido agrupados taxonómicamente y descritos a nivel de subgrupo (soil taxonomy, USA): tropofluents, eutropepts, Tropudalf, Tropudults, Paleodults y Tropacults. El terreno de la zona es gredoso, que forman pequeñas lomas donde principalmente se asientan las comunidades, y la planicie baja que es donde los suelos se inunda en la época de creciente de los ríos.

Tomando como punto de partida la perspectiva a nivel de territorio peruano, el sistema hídrico está conformado principalmente por el río Purús que vierte sus aguas hacia territorio brasileño, se conforma por los ríos Alto Purús y Curanja (este último con 212 km de recorrido). Se encuentra a 285 m.s.n.m. con dirección predominante hacia el norte con suaves gradientes. Los ríos de la provincia no pertenecen a la cuenca del Ucayali, sin embargo sirve como importante y principal vía de comunicación interna entre Puerto Esperanza, las comunidades nativas y la República de Brasil.

El río Purús llega a tener en su máximo nivel hasta 100 m de ancho, y su longitud en territorio peruano es 483 km aproximadamente. En épocas de creciente del río (noviembre-abril) navegan en sus aguas embarcaciones de 4 pies de calado como

máximo hasta la desembocadura del Curanja, y en épocas de vaciante, solo embarcaciones de menor calado (ADAR 2001).

### **3.- METODOLOGÍA**

La organización del trabajo se llevó a cabo en la capital de Purús, en Puerto Esperanza, para coordinar con el representante de las comunidades y el encargado de la WWF para el desarrollo de las actividades.

En un bote peque peque (bote de embarcación pequeña) se recorrieron tres comunidades, dos asentadas en el río Purús (alto y bajo) y una en el río Curanja. Se realizó un taller informativo con los representantes y la comunidad donde se socializó la propuesta del proyecto a realizar; con la aprobación de ellos se procedió a elaborar un plan de trabajo para la salida a campo.

#### **3.1.- Presencia y parámetros fenotípicos de los árboles de caoba cercanos a las tres comunidades indígenas del Purús**

Con la ayuda de pobladores de cada comunidad, se procedió a ubicar los transectos y a contar los árboles que ellos conocían, para luego marcarlos y georeferenciarlos. En este caso no se utilizaron parcelas de muestreo debido al escaso número de individuos encontrados. Los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron el diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP), que fue tomado con ayuda de una cinta diamétrica, la percepción de los pobladores para estimar la edad de los árboles, que fue mediante una entrevista, la altura total y comercial, y las características fenotípicas por medio de un registro visual.

Se registraron individuos de 20 cm de DAP en adelante como referencia tomada en otros inventarios (Mori 2009, Lombardi et al. 2010). La evaluación de los parámetros fenotípicos se realizó utilizando la matriz de Ordoñez (2001), en la cual considera como puntuación las características fenotípicas de seis parámetros para ser parte de la fuente semillera. Cada parámetro se evaluó con varias opciones que describen el estado actual de cada individuo (cuadro 2). Por ejemplo, en el caso de la forma de fuste, se eligió entre recto, ligeramente torcido y muy torcido, cada alternativa tiene un valor asignado. Asimismo, los parámetros de clase de iluminación o posición de la copa y forma de copa se evaluaron de acuerdo con la propuesta de Blaser (1984) y Hutchinson (1993), que están basadas en Dawkins (1958) y Synnott (1979).

Cuadro 2. Parámetros de evaluación fenotípica de los árboles para la recolección de semillas (Ordoñez 2001)

Parámetro	Característica Fenotípica	Puntaje
Posición sociológica	Superior (árboles que ocupan el estrato más alto)	3
	Medio (árboles que ocupan estrato intermedio)	2
	Inferior (árboles que ocupan estrato más bajo)	1
Forma de fuste	Recto	6
	Ligeramente torcido (curva escasa en 1 o 2 planos)	4
	Torcido (curva extrema en un plano)	2
	Muy torcido (curva extrema en más de un plano)	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	6
	Bifurcado en el 1/3 superior	4
	Bifurcado en el 1/3 medio	2
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1
Forma de la copa	Perfecta (círculo completo)	5
	Buena (circular irregular)	4
	Tolerable (medio círculo)	3
	Pobre (menos de medio círculo)	2
	Muy pobre (pocas ramas)	1
Posición de la copa (iluminación)	Emergente	4
	Plena iluminación superior	3
	Regular iluminación superior	2
	Iluminación lateral	1
	Ninguna iluminación directa	0
Diámetro de la copa	Copa vigorosa > 10 m	5
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3
	Copa pequeña < de 5 m	1

### 3.2.- Efecto de las características fenotípicas sobre la calidad y cantidad de semillas de los individuos seleccionados

Después de la evaluación fenotípica, se coordinó con el personal de APECO para la cosecha de las semillas en las comunidades, luego se clasificaron -de acuerdo con la puntuación obtenida en la evaluación- y se procedió a seleccionar y marcar 11 árboles semilleros, que fueron debido a la logística y al tiempo fenológico. Estos fueron: árboles buenos ( $T_A$ ), árboles regulares ( $T_B$ ), árboles malos o no deseados ( $T_D$ ), luego se cosecharon 8 frutos al azar, cantidad necesaria para llevar a cabo los ensayos de germinación, por clasificación fenotípica con el método de recolecta que los mismos pobladores utilizan.

Se utilizó la clasificación realizada por Mori (2009) para los árboles semilleros, que es la siguiente:

- Árboles buenos “A” (25 a 30 puntos): Son árboles sanos, de fuste recto, posición de copa emergente o plena vertical; forma de copa circular completa, circular irregular o medio completo.

- Árboles regulares "B" (17 a 24 puntos): Son árboles con presencia de ciertas estructuras que indicarían presencia de enfermedades en la superficie de la corteza como pequeños cuerpos fructíferos de hongos, así como también pequeñas acumulaciones de restos de nidos de termitas, pero que no se está seguro de que sean profundas. Son de fuste ligeramente inclinado, posición de copa emergente o plena vertical; forma de copa circular completa, circular irregular, medio completo o menos de medio círculo.
- Árboles no deseados "D" ( $\leq 16$  puntos): No tienen las características fenotípicas deseadas o poseen problemas apreciables de sanidad, pero que ayudan a la lluvia de semillas para regenerar el bosque y son necesarias para cumplir su función ambiental de alimento de fauna, especialmente de pavas y perdices, tan apreciadas en la dieta local.

Luego de colectadas las semillas, fueron trasladadas hacia el laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, con sede en Pucallpa, para los análisis correspondientes.

### 3.2.1.- Porcentaje de Pureza

Para determinar el porcentaje de pureza se tomaron 4 muestras de 100 semillas (ISTA 1976) de los frutos colectados por el método que los mismos pobladores utilizan, es decir, 400 semillas tomadas de 3 árboles buenos de la clasificación, que hacen un total de 1200 semillas. Se pesó cada lote de 100 semillas, se separaron las semillas puras de las impuras y luego se pesaron por separado. La semilla se consideró pura si parece normal en cuanto a su tamaño, forma y aspecto general externo. Inversamente, se consideró como impura la semilla que es demasiado pequeña, que ha sido parcialmente comida por los insectos o pone en evidencia manchas producidas por los hongos. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Pureza} = \frac{\text{Peso de la semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100\%$$

### 3.2.2.- Determinación de la humedad

Para la humedad se seleccionó 1 fruto de 6 árboles de 50 semillas en promedio (ISTA 1976), que hacen un total de 300 semillas, las cuales fueron pesadas y sometidas a un proceso gradual de secado en la estufa a una temperatura de 103° centígrados por espacio de 17 horas. Transcurrido este tiempo, fueron pesadas nuevamente las semillas secas y se obtuvo el contenido de humedad (Espinoza 2008) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{Peso original de semilla} - \text{Peso seco de semilla}}{\text{Peso original de semilla}} \times 100\%$$

### 3.2.3.- Ensayo de germinación

Se utilizaron 1200 semillas en el ensayo de germinación, las cuales fueron subdivididas en 3 bloques de 400 semillas por clase fenotípica y arregladas con separación al azar (5 árboles con 8 frutos en Santa Margarita, 3 árboles con 8 frutos en Nueva Luz y 3 árboles con 8 frutos en Pozo San Martín). El sustrato de siembra fue de una parte de arena, una de tierra, una de gallinaza y una de carbonilla de arroz. Debido a que el experimento se llevó a cabo en la estación seca, se aplicó el riego diariamente por las tardes para proporcionar una humedad adecuada para las semillas. El conteo de las semillas germinadas se realizó diariamente hasta que la mayoría de ellas con buenas características lograron germinar. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ semillas sembradas}} \times 100 \%$$

### 3.3.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles semilleros

Se realizó un análisis del número de semillas que podrían germinar provenientes de los 28 árboles que fueron identificados como potenciales semilleros en las tres comunidades. Para ello, si se decidiera en cada comunidad tener una cama de almácigo, como mínimo, para la germinación de las semillas después de la cosecha, se realizó un cálculo con base en una cama almaciguera de 10 m<sup>2</sup>, mediante la fórmula propuesta por Arriaga et al. (1994):

$$C = \frac{A \times D}{(\text{CG } \%) \times (\% P) \times (\text{S. V. / Kg}) \times (F)}$$

Donde:

C = Cantidad de semillas requeridas en Kg

A = Área de la cama almaciguera = 10 m<sup>2</sup>

D = Densidad de siembra = 70 plantas por m<sup>2</sup>

CG % = Capacidad de germinación = 52 % = 0,52

% P = Pureza de la semilla = 95,84% = 0,9584

S. V. / Kg = Número de semillas viables por Kilogramo = 816

F = Factor de corrección = 0,90

Para realizar este cálculo fue necesario determinar el número de semillas viables por kilogramo (S.V./Kg), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{S. V. / Kg} = (\%P) \times (\text{CG}\%) \times (\text{S/Kg})$$

Donde:

(%P) = Porcentaje de pureza de las semillas

(CG%) = Capacidad de germinación

(S/Kg) = Número de semillas por kilogramo = 1637

Luego mediante una regla de tres simple se realizaron los cálculos para extrapolar las cantidades que son necesarias.

### **3.4.- Análisis de la información**

En el análisis de la información, para los rangos diamétricos en las diferentes comunidades se utilizó la estadística descriptiva mediante un gráfico de barras. Para determinar la relación de las variables entre sí, como la DAP, altura comercial y altura total, se utilizó un análisis multivariado por medio de un análisis de componentes principales (CP) para observar el grado de asociación y una matriz de correlación de Pearson para determinar la significancia.

Para conocer la calidad fenotípica entre los individuos se realizó un análisis multivariado por medio de un análisis de conglomerados jerárquicos a partir de las características fenotípicas, como posición sociológica, forma de fuste, altura de bifurcación, posición, forma y diámetro de la copa, usando como método de encadenamiento de Ward y la medida de distancia Euclídea. Posterior a esto, se realizó un análisis de varianza para comprobar la significancia entre los grupos con la prueba de Fisher con un alfa de 0,05. Asimismo, se realizó un gráfico biplot para determinar la relación de los indicadores de calidad con las características fenotípicas. Finalmente, se contruyó una tabla de contingencia para conocer si la calidad fenotípica guarda relación con las comunidades. Estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

Para las pruebas de pureza física y contenido de humedad se determinaron mediante la estadística descriptiva. En el ensayo de germinación de semillas se aplicó un diseño de bloques completos al azar constituido por tres tratamientos, que serían las clases fenotípicas con cuatro repeticiones de 100 semillas. Estos análisis se realizaron utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

## **4.- RESULTADOS**

La fase de campo se realizó entre los meses de mayo a julio trabajando con las comunidades de Purús, y en agosto en las instalaciones del laboratorio del Instituto de Investigaciones de Amazonía Peruana en Pucallpa-IIAP.

#### 4.1.- Ubicación y características de los árboles de caoba

Para conocer dónde están ubicadas las caobas, los pobladores de cada comunidad aprovechan las rutinas de caza para identificar los lugares donde se encuentran.

En las tres comunidades se encontraron 48 árboles, así, en Santa Margarita 21, en Nueva Luz 18 y en Pozo San Martín 9 (cuadro 3) (anexo 1). Asimismo, las características de los árboles demostraron que existió una relación entre el diámetro y la altura del árbol ( $r=0,58$ ;  $p=0,0001$ ); se encontraron diámetros en metros mayores en las comunidades de Nueva Luz y Santa Margarita con  $1,15 \pm D.E 0,32$  y  $1,10 \pm D.E 0,56$  y alturas totales en metros de  $27,33 \pm D.E 4,17$  y  $23,81 \pm D.E 3,84$  respectivamente. Con referencia a la percepción que tienen los pobladores sobre la edad de sus caobas, también se relaciona con la comunidad, en Nueva Luz se tuvo el mayor promedio con 86,28 años. Estos resultados indicarían que estos árboles se encuentran en su mayoría en estado maduro y con dominancia en el estrato superior del bosque.

Se observó que el hábitat donde crece la caoba, por lo general, son laderas de colinas, con presencia de agrupaciones vegetales como la especie paca (*Guadua sp.*). Es poco común encontrarlas en terrenos bajos y planos con tendencia a inundaciones (CATIE, 2000; CONIFOR et al. 2007; Reynel et al. 2013).

Los resultados encontrados guardan similitud con la investigación realizada por Mori (2009), quien realizó un diagnóstico sobre el estado poblacional de las caobas en la Reserva Comunal Purús. En su estudio encontró alturas comerciales que van de 5 m a 30 m con un promedio de 13,10 metros, y las alturas totales entre 15 y 30 metros con promedios de 22,90 m. Estas dimensiones indicaron que hay árboles con presencia dominante en la zona.

Las características idóneas para que los árboles sean considerados como semilleros es que reúnan condiciones como una buena posición sociológica, que se relaciona con una copa grande y emergente, así como un fuste recto (Mesén 1994; Fredericksen 2003; Flores y Chavarry 2005; Aguirre y Fassbender 2012).

Se observó que la mayor parte de los individuos tuvieron una posición sociológica superior (94%), con iluminación de la copa emergente (88%) y con diámetros de copa mayores a 10 m (64%). Esto indica que son árboles emergentes en su mayoría y ocupan el estrato superior del dosel, por lo tanto, tienen ventaja en la disposición de una adecuada iluminación solar que es necesaria para el crecimiento y la fenología; este factor fue observado por otros estudios (Sabogal et al. 2001; Contreras et al. 2001; Galván 2003).

Cuadro 3. Características de los árboles de caoba ubicados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

<b>C_indígena</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Nueva Luz	Dap_m	18	1,15	0,32	27,76	0,58	1,78
Nueva Luz	A_comercial	18	15,83	3,85	24,34	4,00	20,00
Nueva Luz	A_total	18	27,33	4,17	15,27	21,00	38,00
Nueva Luz	Edad_aprox	18	86,28	13,89	16,10	70,00	130,00
Pozo San Martín	Dap_m	9	0,85	0,28	33,50	0,46	1,37
Pozo San Martín	A_comercial	9	10,33	2,06	19,95	7,00	13,00
Pozo San Martín	A_total	9	20,89	2,57	12,31	17,00	25,00
Pozo San Martín	Edad_aprox	9	65,56	21,28	32,46	20,00	100,00
Santa Margarita	Dap_m	21	1,10	0,56	51,02	0,37	2,55
Santa Margarita	A_comercial	21	14,81	3,91	26,38	7,00	25,00
Santa Margarita	A_total	21	23,81	3,84	16,14	16,00	33,00
Santa Margarita	Edad_aprox	21	79,52	33,54	42,17	35,00	160,00

Leyenda: C\_indígena=comunidad indígena, Dap\_m=diámetro a la altura del pecho en metros, A\_comercial=altura comercial en metros, A\_total=altura total en metros, Edad\_aprox=edad aproximada de acuerdo con la perspectiva de los pobladores.

Con respecto a la forma del fuste, un 64% de individuos tuvieron un fuste recto (figura 3), 32% ligeramente torcido y 4% torcidos. Los fustes rectos son características necesarias para considerar a los árboles como semilleros, los fustes ligeramente torcidos podrían ser aprovechados por no considerarse de buena calidad.



Figura 3. Árbol de caoba con fuste recto en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.

#### **4.1.1.- Descripción de los rangos diamétricos de los individuos de caoba**

Para los rangos diamétricos que se observa en la Figura 4, se encontró un mayor número de individuos (21%) entre los rangos comprendidos de 71 a 90 cm, y una marcada disminución entre los rangos menores a 50 cm (6%) y mayores a 151 cm (14%), respectivamente. El gráfico muestra la distribución en forma de una campana que indica una población de diferentes edades y escasa regeneración natural, caso similar se observó en otros estudios realizados con caoba en Perú (Ríos et al. 2002; Vargas y Lombardi 2006).

Los rangos diamétricos por comunidad en la figura 5 mostraron que Nueva Luz tuvo individuos con diámetros mayores en los rangos de 111 a 130 cm con 11%, en comparación con la comunidad de Santa Margarita donde el mayor porcentaje de los individuos se encuentra de 71 a 90 cm con 11%. Asimismo, Pozo San Martín tuvo individuos más dispersos, el mayor porcentaje se concentra de 71 a 90 cm con 9%.

La ubicación de los individuos en las clases diamétricas indicó la poca existencia de la regeneración natural, probablemente por la sobreexplotación en la zona o por factores ecológicos como la competencia entre individuos juveniles; asimismo, se encontraron pocos adultos en edad madura, quizás por el aprovechamiento intensivo en el pasado o influenciado por las condiciones ambientales como vientos muy fuertes en determinadas épocas del año. Esta deficiencia se ve reflejada en la poca presencia de jóvenes y pequeños en comparación con árboles adultos; entonces, estas poblaciones en muchos rodales no pueden mantenerse (Quevedo 1986; Snook 2003; Torres 2003; Marmillod, 2007; Synnott 2009).

Por otro lado, en otros estudios indicaron que la regeneración de la caoba en otros lugares parece ser de frecuencia muy alta, cerca de los árboles adultos (Gullison y Hubbell 1992; Grogan et al. 2003; Mayhev et al. 2003). Sin embargo, al realizar un análisis se podría concluir que la presencia de muchas plántulas muy pequeñas o jóvenes no es garantía de una población numerosa ni adecuada de árboles más grandes, y su escasez tampoco implicaría la desaparición de la especie (Richards 1996).

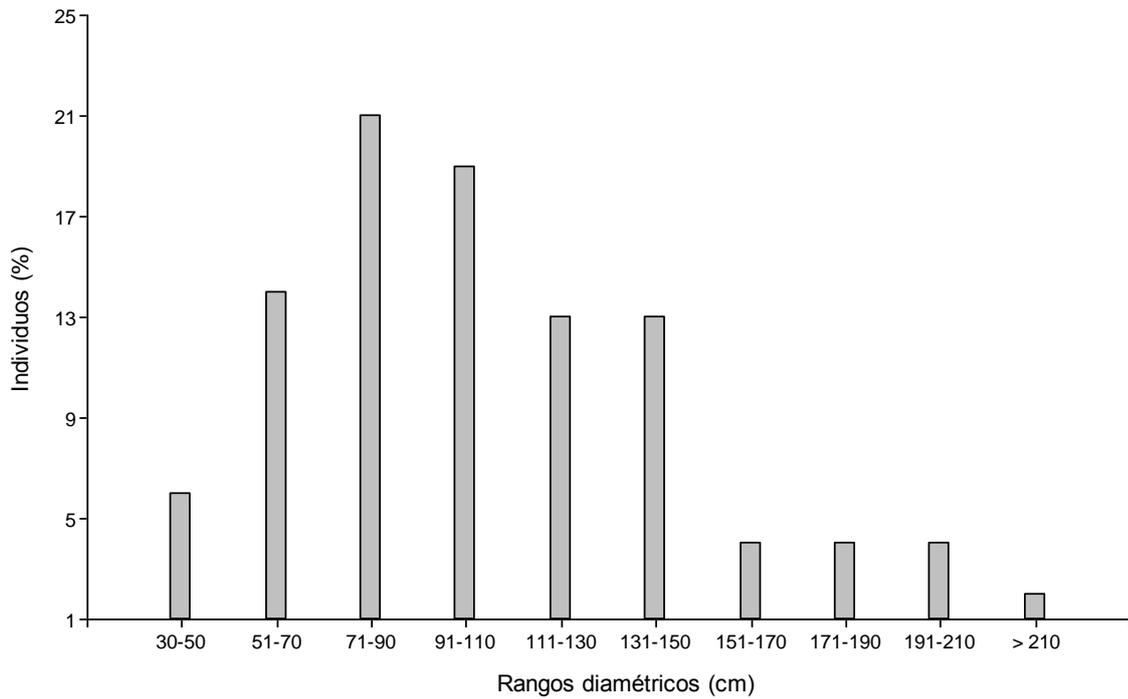


Figura 4. Rangos diamétricos de los individuos de caoba encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.

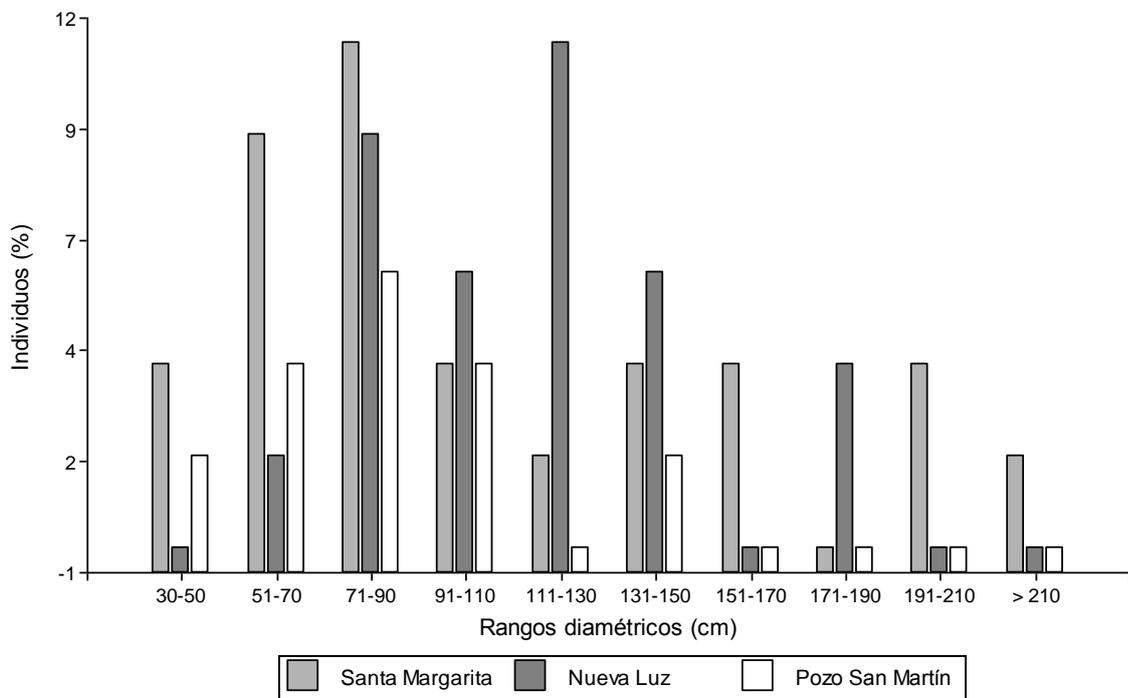


Figura 5. Rangos diamétricos de los individuos de caoba por comunidad encontrados en la zona de estudio en Purús, Ucayali, Perú.

#### 4.1.2.- Relación del DAP, altura comercial y total de los individuos de caoba

El análisis de componentes principales realizado para las variables DAP, altura comercial y altura total (figura 6) mostró un 70,6% de variabilidad total explicada para el componente 1 y un 19,1% para el componente 2. Se puede observar que existió una correlación positiva entre las alturas de los individuos ( $n=48$ ;  $r=0,66$ ;  $p=0,0001$ ) (anexo 3). Asimismo, el DAP guardó una relación positiva con la altura comercial ( $r=0,43$ ;  $p=0,0021$ ) y la altura total ( $r=0,66$ ;  $p=0,0001$ ), lo que significa que cuando un árbol tiene mayor diámetro, mayor será su altura (anexo 4). La tendencia del diámetro de los árboles es similar en las tres comunidades con solo un individuo de mayor diámetro en la comunidad de Santa Margarita. En cuanto a las alturas, la comunidad de Pozo San Martín fue la que tuvo individuos con menores rangos de alturas, en comparación con los individuos que presentaron mejores características como los de Nueva Luz y Santa Margarita. Esto se debió al bajo número de árboles registrados en esta comunidad, que no permitió obtener mayores resultados.

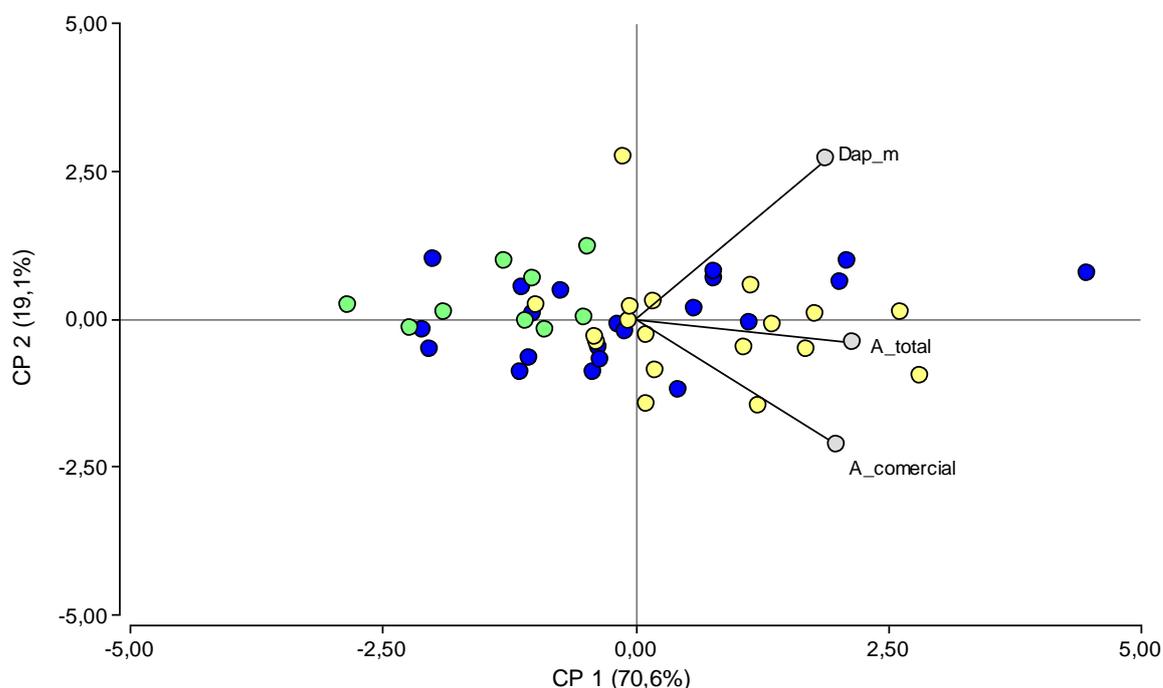


Figura 6. Biplot, resultado del análisis de componentes principales de las variables DAP (Dap\_m), altura comercial (AC), altura total (AT) de los árboles de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali. Diferentes colores representan a las comunidades: círculos azules Santa Margarita, círculos amarillos Nueva Luz y círculos verdes Pozo San Martín.

#### 4.1.3.- Calidad fenotípica de los árboles de caoba

Basado en el análisis de conglomerados que indican la calidad fenotípica de los árboles de caoba, se identificaron cuatro grupos ( $f=277$ ;  $p=0,0001$ ) (anexo 5). Estos grupos fueron nombrados en función de los indicadores de calidad como muy buena,

buena, media y regular (figura 7). Se encontraron 18 individuos con muy buena calidad fenotípica, 14 con buena calidad, 10 con calidad media y finalmente 6 con calidad regular, puesto que la mayoría de individuos podrían llegar a ser potenciales semilleros de la zona.

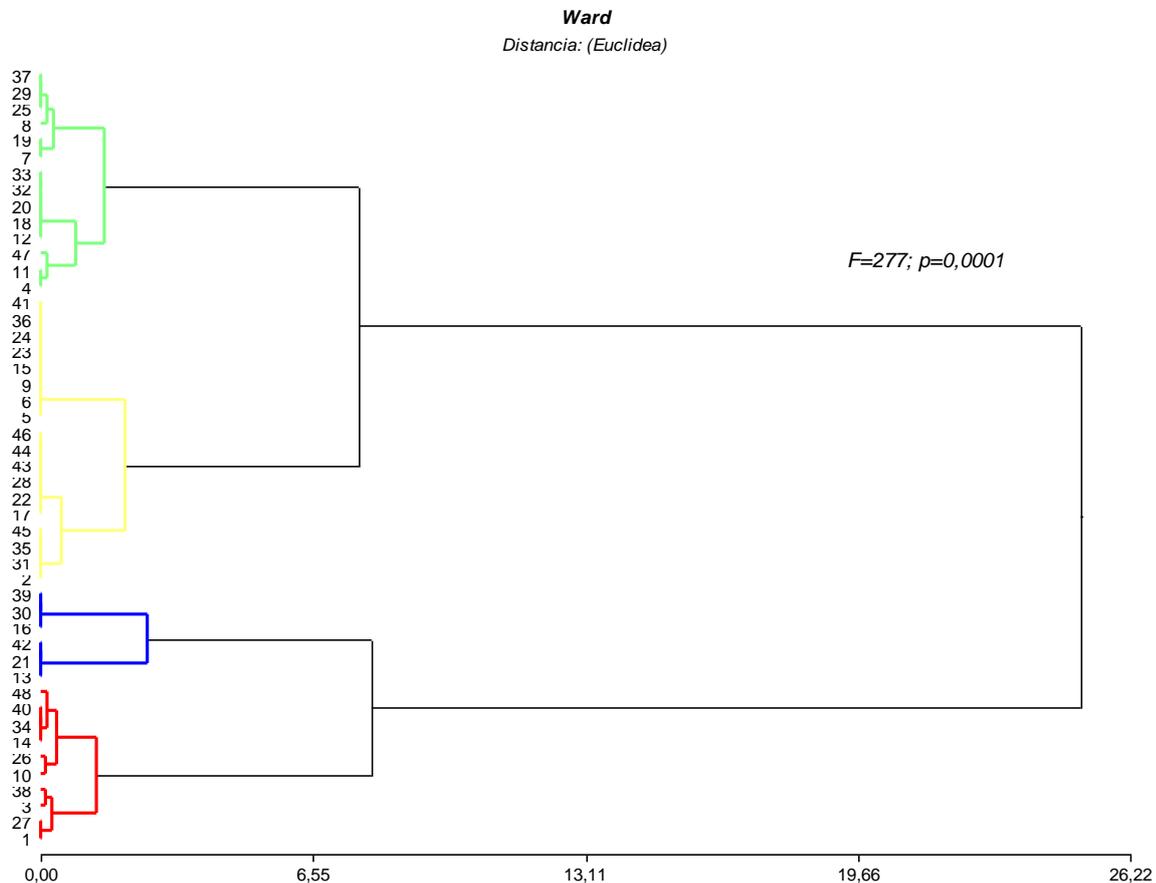


Figura 7. Agrupamientos basados en la calidad fenotípica de 48 árboles de caoba en tres comunidades indígenas del Purús. Diferentes colores en los grupos indican la calidad fenotípica: verde es buena, amarillo es muy buena, azul es regular y rojo es medio.

En la Figura 8 se puede observar que hubo un 56% de variabilidad explicada para el componente 1 y un 14,5% para el componente 2. Los individuos de la comunidad de Santa Margarita presentaron buenas formas de copa, de fuste y diámetros de copa, al igual que la comunidad de Nueva Luz. Estos parámetros podrían tomar ventaja en la fenología de la especie, al tener buena iluminación con copas grandes mejoraría la producción de los frutos.

Por ejemplo, en un estudio realizado por Snook et al. (2005), observaron la relación entre producción de frutos, el diámetro y la altura del árbol y el diámetro de la copa. Notaron una relación positiva entre la producción de frutos y el volumen de la copa de diferentes tamaños de árboles en seis años de evaluación, y llegaron a la conclusión de que los árboles con fustes, copas e incrementos mayores producen más semillas. En pocas palabras, una copa dañada produciría menos frutos (Salán 2011).

Nuestros resultados de individuos encontrados con muy buenas características concuerdan con Mori (2009), quien menciona que de los individuos encontrados en Purús, el 90% tuvo una posición emergente, el 8% estuvieron sometidos a iluminación plena vertical y solo un escaso 2% con iluminación vertical parcial. Entonces, la posición de la copa es de gran importancia para un árbol semillero, si se encuentra en posición emergente o con luz plena vertical serán vigorosos y podrían disponer de energía suficiente para destinarla a la reproducción. Asimismo, la calidad fenotípica de los árboles es independiente a la pertenencia de una comunidad (anexo 6).

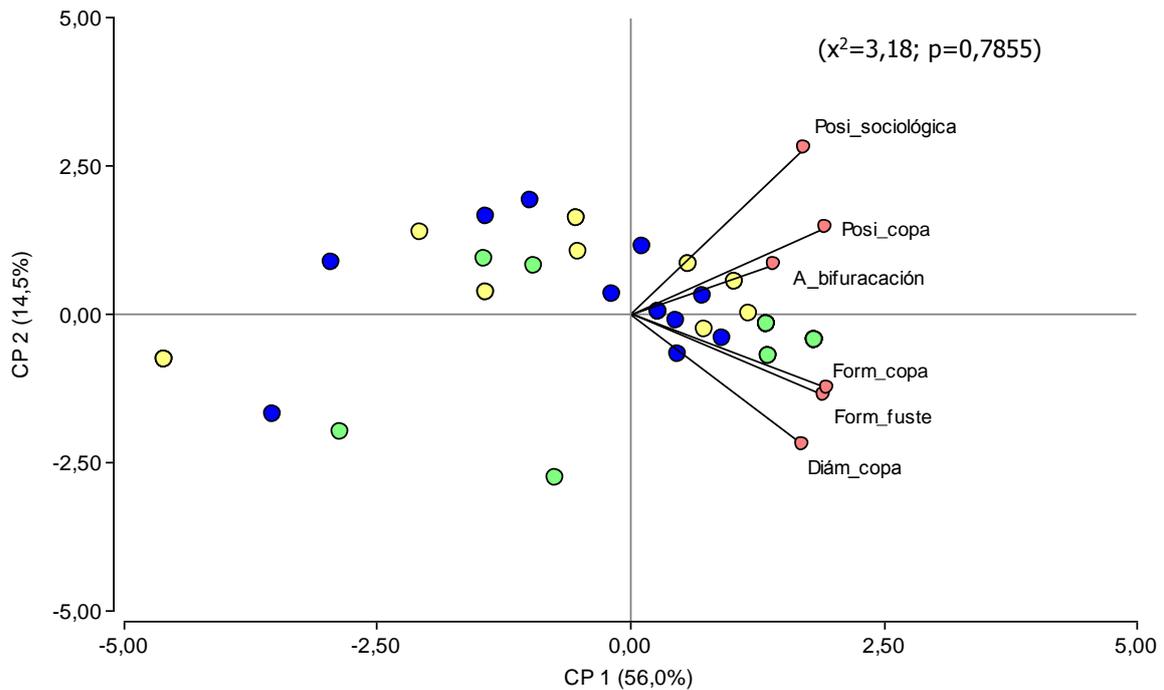


Figura 8. Biplot de la relación de los parámetros fenotípicos con las comunidades. Diferentes colores representan las comunidades: círculos azules Santa Margarita, círculos amarillos Nueva Luz, círculos verdes Pozo San Martín.

#### 4.2.- Estado fenológico y fitosanitario de las caobas

Durante el desarrollo del trabajo de campo comprendido entre los meses de mayo a julio, se observaron árboles de caoba con frutos. Del total que se registraron, solo el 52% de los árboles contenían frutos. Según la perspectiva de los pobladores locales sobre la fenología, la caoba no fructifica anualmente, sino cada dos años, esta variación también fue observada por Grogan et al. (2003); asimismo, mencionaron que la variación climatológica como pocas lluvias y la prematura estación seca en la zona podrían haber influenciado con la fructificación en el 2014.

Se encontró cierto grado de dificultad para poder observar los frutos, al estar en el bosque con muchas copas emergentes. En una primera visita, realizada en el mes de

mayo, se observaron frutos ya formados en la copa de los árboles (figura 9) y muchos de ellos en estado inmaduro caídos en el suelo. La cosecha de los frutos se inició en junio en la comunidad de Pozo Martín ubicado en el bajo Purús, y a finales de junio y comienzos de julio en Santa Margarita y Nueva Luz, que pertenecen al alto Purús y Curanja. En estas dos últimas comunidades, se observó que la mayoría de los frutos ya habían diseminado sus semillas, lo que quiere decir que el estado de madurez puede variar de acuerdo con la zona y es probable que se vea influenciado por las variaciones climáticas.

En estudios llevados a cabo en Quintana Roo, la floración empezó en el mes de marzo, con plena floración en abril a junio, y los frutos maduraron desde noviembre hasta marzo (Snook 1993; Snook et al. 2005). Por otro lado, Cabrera (2006), estudiando la composición arbórea y calidad de semillas de caoba y Santa María en Cobán, registró que la caoba inicia su floración a principios de abril y termina a finales de mayo. La producción de frutos es anual y se inicia a principios de junio. La maduración de los frutos tarda aproximadamente de 6 a 7 meses, y alcanza la maduración en diciembre y enero. Esto demuestra que la fenología de la caoba dependerá mucho de las condiciones ambientales en donde se encuentre.

Por otro lado, el estado fitosanitario denotó que solo el 21% de los individuos tuvieron problemas de alguna enfermedad, plagas o nidos de abejas y termitas (figura 10). Este porcentaje es relativamente bajo si tomamos en cuenta que la mayoría de individuos pertenecen a árboles maduros. Una característica de los árboles en este estado observados en campo fue la presencia de lianas y epifitas que podrían estar compitiendo por nutrientes con el mismo individuo, así como en algunos árboles se encontraron cicatrices dejadas por los madereros. Es probable que mientras quisieron aprovechar los árboles se dieron cuenta de que tenían oquedad en la zona medular, motivo por el cual fueron abandonados.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para los árboles semilleros es mantener principalmente la limpieza periódica de los termiteros, abejas, las lianas y epifitas, que podrían de alguna manera afectar en su crecimiento y desarrollo.



Figura 9. Árbol de caoba con frutos en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.



Figura 10. Árbol de caoba con presencia de abejas melíferas en la comunidad de Santa Margarita, Purús, Ucayali.

Con respecto a los frutos, los pobladores locales afirmaron que una de las causas por las que caen inmaduros y sufren de alguna manera daño es por la presencia de algunas aves como los loros *Amazona sp.* y guacamayos *Ara sp.*, que ocasionan daño en la parte superior del fruto para consumir las semillas (Rodríguez 1994; Howell y Webb 1995; Mayhew y Newton 1998) y además ocasionan su caída. Asimismo, se encontraron frutos en estado de pudrición con presencia de larvas que no cuentan con identificación (Figura 11).



Figura 11. a. Fruto de caoba inmaduro afectado por loros y guacamayos. b. Columela en estado de pudrición con presencia de larvas en la comunidad de Nueva Luz, Purús, Ucayali.

#### 4.3.- Potencial estimado de producción de frutos y semillas por comunidad

En el cuadro 4 se presenta el potencial de frutos y semillas encontrados en las tres comunidades indígenas del Purús. Se cosecharon frutos de 11 árboles (5 de Santa Margarita, 3 de Nueva Luz y 3 de Pozo San Martín), de ellos 5 correspondieron a la categoría fenotípica A, 3 a la categoría B y 3 a la categoría D. El mayor promedio de frutos por árbol para Santa Margarita fue de  $5,5 \pm D.E 3,03$ , en Nueva Luz  $8,5 \pm D.E 4,76$ , y finalmente en Pozo San Martín  $5,5 \pm D.E 3,03$ . El mayor número promedio de semillas lo obtuvo Santa Margarita  $52 \pm D.E 4,72$ , y el menor número fue encontrado en Nueva Luz con  $42 \pm D.E 11,09$ .

Se obtuvo en total la cosecha de 95 frutos con 4545 semillas, equivalentes a 2,27 kilos de semilla pura. Asimismo, se tuvo que el número de frutos estimados por observación en cada árbol para las tres comunidades fue de 952. En el caso de los 28 árboles que serían considerados potenciales semilleros con buenas características para la zona, mediante una regla de tres simple se obtendrían 2423 frutos que producirían 117 146 semillas por vez, equivalentes a 59 kilos de semilla pura. Debido a la logística y el tiempo se cosecharon pocos árboles, por eso se da como resultado la poca producción.

El potencial para producir semillas también dependerá de condiciones externas como las variaciones climáticas interanuales, debido a las olas de calor que ocasionan las sequías o los cambios bruscos de temperatura. Estas se presentan en determinadas épocas del año en la Amazonía, y pueden afectar la fenología de los frutos y la disponibilidad de los recursos (Niembro y Ramírez 2006; Valera y Aparicio 2011).

Cuadro 4. Potencial de producción de frutos y semillas de caoba en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali

Nº Cos	Comunidad indígena	A	B	C	D	E	F
1	Santa Margarita	A	29	3,0 ± 1,58	130	52 ± 4,72	6812
2	Santa Margarita	A	29	5,0 ± 2,54	78	43 ± 7,33	3328
3	Santa Margarita	A	26	5,5 ± 3,03	110	46 ± 7,24	5093
4	Santa Margarita	B	22	5,5 ± 3,03	89	48 ± 7,50	4308
5	Santa Margarita	D	15	3,0 ± 1,58	50	50 ± 3,19	2210
6	Nueva Luz	B	22	4,0 ± 2,16	86	49 ± 4,76	4214
7	Nueva Luz	D	15	4,0 ± 2,16	60	42 ± 11,09	2546
8	Nueva Luz	D	15	8,5 ± 4,76	50	49 ± 5,76	2441
9	Pozo San Martín	B	21	3,5 ± 1,87	75	51 ± 5,93	3825
10	Pozo San Martín	A	29	5,5 ± 3,03	100	50 ± 10,04	5020
11	Pozo San Martín	A	30	5,5 ± 3,03	124	50 ± 5,31	6225
<b>Total</b>					<b>952</b>		<b>46022</b>

Leyenda: N° Cos=Número de cosecha; A=Categoría; B=Puntuación; C=Promedio de frutos ± desviación estándar; D=Número de frutos por árbol estimado; E=Número de semillas promedio por árbol ± desviación estándar; F=Número de semillas estimadas por árbol.

#### 4.4.- Porcentaje de pureza y contenido de humedad de las semillas

CATIE (2000) menciona que se puede encontrar porcentajes de pureza que varían entre 95 a 99% y contenidos de humedad entre 9 a 12%. En este estudio se registró un promedio de 95,84% de pureza, con 4,16% de material inerte y 11,57% de humedad. Estos valores indican que el lote en su mayoría correspondió a semillas puras, y con la humedad obtenida podemos conservar las semillas de 6 a 8 meses en condiciones ambientales naturales. Incluso para poder mantenerlas por un periodo más prolongado este porcentaje tendría que disminuir hasta 4%. De igual manera, en 1000 semillas se tuvo un peso de 607,66 gramos en promedio, en un kilogramo de semillas existió 1637 semillas puras y 1647 semillas con impurezas en promedio. Estos resultados guardan alguna semejanza con los encontrados en México, 70,37% de pureza y 10,80% de humedad (Quinto et al. 2009), pero son diferentes a los reportados en Costa Rica, 98,85% de pureza y 4,8% de humedad (Samaniego 1995), y Guatemala, 99,5% de pureza y 5,40% de humedad (Cabrera 2006).

#### 4.5.- Efecto de las características fenotípicas sobre la germinación de semillas

Se encontró diferencia significativa en el tratamiento D ( $p=0,0001$ ) que corresponde a árboles no deseados, mientras que para los tratamientos A y B, que corresponden a árboles buenos y regulares, no se encontraron diferencias entre los parámetros fenotípicos (anexo 7). Entre tanto, el porcentaje promedio de semillas germinadas para los tratamientos A y B fueron 52 y 51% respectivamente (figura 12), en comparación con el tratamiento D que solo tuvo un 28%. Aunque los resultados no son

óptimos, se hace referencia a que los árboles con buenos diámetros, fustes rectos, copas emergentes y perfectas, incluso con presencia leve de ciertas estructuras como nidos de termitas y hongos en el fuste, poseen mayor ventaja en la viabilidad de semillas en comparación con aquellos que poseen bifurcación, oquedad y problemas de sanidad que afectan la calidad de las mismas.

Los porcentajes bajos encontrados en este estudio probablemente se deban a que las condiciones no eran las adecuadas para este proceso, puesto que una buena disponibilidad de humedad y temperatura del suelo es necesaria para la germinación de esta especie (Parraguirre 1994; Synnott 2009). Por otro lado, aunque una semilla esté morfológicamente madura, la mayoría de ellas pueden continuar siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar reajustes en su equilibrio hormonal hasta alcanzar su madurez fisiológica (García et al. 2006), puesto que cosechar frutos con semillas no maduras puede influenciar en la germinación.

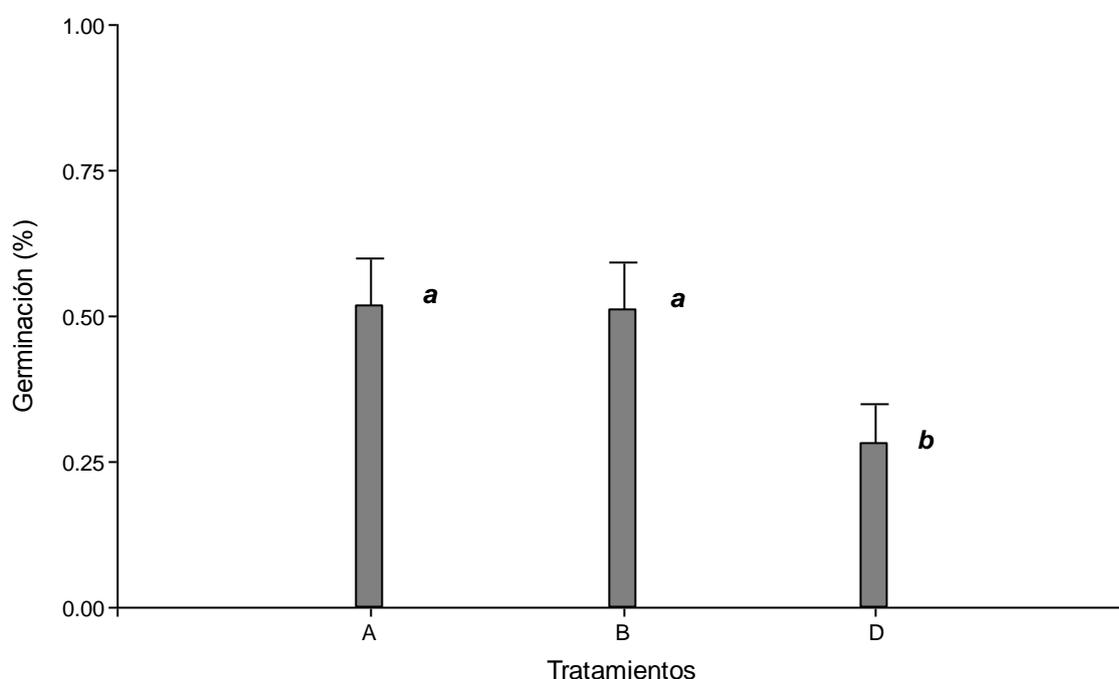


Figura 12. Porcentaje de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos provenientes de las características fenotípicas de los árboles de caoba en Purús, Ucayali. (A=semillas de árboles buenos, B=semillas de árboles regulares, D=semillas de árboles no deseados).

Las tasas de germinación en vivero suelen ser más bajas que las realizadas en el laboratorio, debido a que el impacto de factores ambientales y las características edáficas del suelo podrían influenciar en los resultados (Samaniego 1995).

Se documentó que la germinación de las semillas requirió de 18 hasta los 31 días (figura 13), además, se encontró diferencia entre los días de germinación ( $p=0,0001$ ), y la tasa entre de procedencia, Nueva Luz y Santa Margarita mostraron mayores tasas de germinación que Pozo San Martín. Puesto que los tratamientos inician y terminan este

proceso con pocas semillas (anexo 8) y alcanzan su máximo número a partir del día 22 al 24, esta diferencia se debe a que las semillas provenientes de árboles no deseado fue la que alcanzó un bajo porcentaje de semillas germinadas, como se observa en el gráfico. Sin embargo, los resultados se encuentran dentro de los rangos de días de germinación observados en otros estudios (Schmidt y Joker 2000; Cordero y Boshier 2003; Acosta-López et al. 2011).

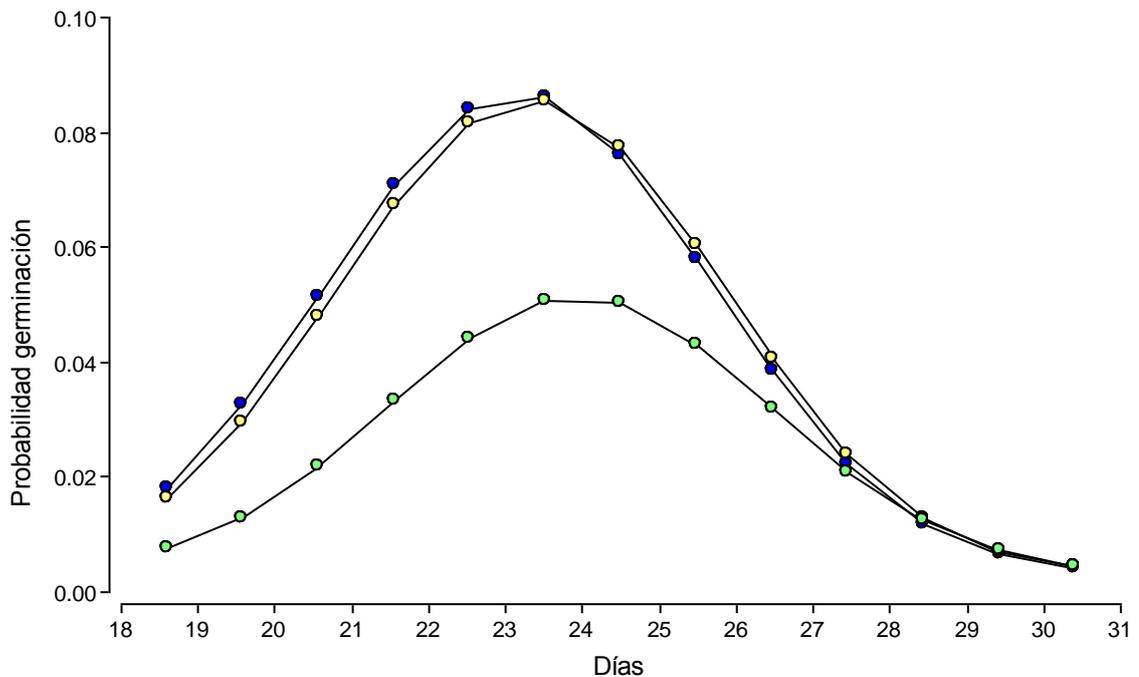


Figura 13. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba provenientes de las características fenotípicas de los árboles ( $p=0,0001$ ). Puntos de color azul pertenecen al tratamiento A (semillas de árboles buenos), puntos de color amarillo B (semillas de árboles regulares), puntos de color verde D (semillas de árboles no deseados).

#### 4.6.- Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles

Considerando los 28 árboles que fueron identificados como potenciales semilleros en las tres comunidades (anexo 2), y teniendo como referencia en promedio 3 Kg de semillas por árbol, el cual nos daría un total de 84 kg de semillas aproximadamente, se tiene el siguiente cuadro 5.

Cuadro 5. Beneficios de la cosecha de 28 árboles semilleros en tres comunidades de Purús, Ucayali

Cantidad árboles	Cantidad semillas (Kg)	Cantidad camas (10 m <sup>2</sup> )	Número semillas	Plántulas (Soles)	Ha.	Fam.	Ingresos (Soles)	Ingresos (Dólares)
-	1,91	1	3127	15635	-	-	-	-
28	84	44	137522,51	687762,55	144	60	11462,71	3820,9

Leyenda: Ha= Hectáreas, Fam= Número de familias.

Entonces, en una cama almaciguera de 10 m<sup>2</sup> se necesitarían 1,91 kg de semillas (Anexo 9), pero ¿qué pasa si las comunidades deciden instalar mayor número de camas con la cosecha de semillas de los 28 árboles? Esto resultaría en un total aproximado de 84 kg, para ello se calculó y se observó que 44 camas almacigueras son necesarias para suplir esta cantidad.

Luego, en 84 kg se tienen 137522,51 semillas aproximadamente, pero en la mayoría de los casos muchas de estas se pierden en los almácigos, vivero, trasplante, reposiciones, etc., por lo que a esta cantidad le adicionamos un 20%. Así se obtiene un total de 165027,01 de semillas para hacer germinar.

Ahora necesitamos conocer cuántas hectáreas se pueden plantar con esta cantidad de semillas. Según la referencia bibliográfica (Cruz 2013), se necesitan entre 625 a 1667 plántulas por hectárea que se pueden forestar con caoba. Si promediamos estos resultados obtendríamos 1146 plántulas por hectárea, por lo que en una hectárea se puede obtener 1146 plántulas, y para 165027,01 plántulas se estima que se necesitarían 144 hectáreas aproximadamente.

Si consideramos los beneficios económicos que se pueden obtener con la siembra de cada plántula por familia que cosecha las semillas, se estima que el costo de cada plántula en Purús es de 5 soles, que se multiplica por la producción de S/.137 522,51 y se obtiene un aproximado de 687 762,55 soles, equivalentes a \$22 9254 dólares. Entonces, si participan 20 familias en promedio por comunidad, en la cosecha de las semillas tendríamos 60 familias que, al dividir los ingresos que son 687.762,55 soles entre ellas, se generaría 11 462,71 soles equivalentes a \$3 820,90 dólares por año de cosecha. Esta cifra es muy significativa si consideramos que el ingreso económico por familia en la localidad de Purús es de 342,9 soles, que equivale a 114,3 dólares (BCRP 2012). Por otro lado, si la comunidad decidiera obtener estos beneficios, se necesitaría implementar una mayor logística para la cosecha de los 28 árboles, seleccionar cuántos kilos de semilla se destinarían para la venta y cuántos para los almácigos y otros aspectos de suma relevancia.

## 5.- CONCLUSIONES

Las características fenotípicas de los individuos de caoba mostraron que estos se encuentran en mayor medida en el estrato superior del bosque, con copas buenas y emergentes y diámetros de tamaño considerable, características que son necesarias para ser considerados árboles semilleros. En las comunidades de Nueva Luz y Santa Margarita se encontraron los árboles más altos.

El manejo de semillas implicaría identificar posibles semilleros en el futuro que tengan buen fenotipo para ser considerados como una fuente permanente de semillas donde se conozca su origen. Para la selección de estos árboles se tendría que capacitar a los pobladores en la evaluación de estas características y además elaborar un registro fenológico que sirva de apoyo en la planificación de las épocas del año para la cosecha de las semillas.

En la población de caobas en las comunidades estudiadas se encontraron escasos individuos jóvenes y muy adultos, debido a la intensa extracción por parte de los madereros o por factores naturales que podrían haber influenciado la alteración de estos ecosistemas. Lo anterior dificultaría una selección de individuos con mejores características para el flujo de genes.

El potencial de producción de semillas dependerá de la cantidad de las mismas contenidas en un fruto, y puede verse afectado por diversos factores como extensas sequías u olas de friaje, que son típicas de la región. La producción de semillas podría mantenerse en el futuro si se manejan conscientemente las poblaciones naturales empezando por la identificación de los árboles semilleros, el registro de datos fenológicos para la producción de frutos y semillas, la dispersión, la germinación y el involucramiento de las comunidades en cada uno de estos procesos.

Los pobladores locales son conscientes de que la fenología de los árboles no es igual todos los años y que la producción de semillas tiende a ser escasa, motivo por el cual una manera de garantizar la producción racional es realizando una cosecha sostenible, que consiste en escalar los árboles sin necesidad de cortarlos. En la zona de estudio, los pobladores recorren distancias relativamente cortas para cosechar los frutos, entre 2 y 5 kilómetros -lo cual significa que el recurso está cerca y conservado-, en comparación con otros lugares de la Amazonía peruana.

En la germinación, los árboles que presentan óptimas características fenotípicas como grandes diámetros, fustes rectos, copas emergentes y perfectas, incluso con presencia leve de nidos de termitas en el fuste, poseen ventaja en la viabilidad de las semillas. De ahí la importancia de registrar los mejores individuos para establecer una fuente continua en la producción y en la propagación de las semillas, que al mismo tiempo beneficie económicamente a las comunidades.

Los pobladores de las tres comunidades de Purús podrían generar mayores ingresos si se organizan para la cosecha de un mayor número de árboles semilleros, que

implicaría una mayor logística en el desarrollo de esta actividad. Así ayudan a proteger el hábitat de la caoba y mejoran la calidad de vida de las comunidades.

## **6.- RECOMENDACIONES**

Continuar con estudios ecológicos de la caoba aplicando diferentes metodologías que nos permitan conocer la abundancia de las poblaciones naturales y establecer lineamientos para su manejo.

Realizar observaciones referentes a la fenología que permitan evaluar los tiempos de ocurrencia de las fenofases para establecer estrategias de manejo, y de esta manera tener una mejor planificación en la cosecha de las semillas.

Contar con datos meteorológicos de la zona que contribuirían al conocimiento sobre las condiciones climáticas que servirían para relacionarlas con la fenología de la especie.

Realizar estudios tendientes a la regeneración natural para conocer qué tanto puede influenciar la cosecha de la semillas en el repoblamiento de los bosques.

Continuar con los estudios sobre germinación de las semillas utilizando diferentes tratamientos, puesto que sembrar semillas provenientes de árboles con buenas características fenotípicas alcanzan mayores resultados.

Sensibilizar a otras comunidades sobre la importancia del manejo de las semillas de la caoba y capacitar a personas locales sobre la actividad de cosecha.

## **7.- BIBLIOGRAFÍA**

Acosta, G.R. 2011. Variación de semillas y germinación de *Swietenia macrophylla* King. de tres procedencias del estado de Tabasco, México. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 59 p.

Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. *Lacandonia* 5(1): 13-20.

Aguirre, A; Fassbender, D. 2012. Árboles semilleros, árboles plus: consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros. *Boletín de Divulgación Técnica*, Lima. 6 p.

Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Bioteconología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 7(1):115 – 123.

- Arriaga, M.V.; Cervantes, G.V.; Vargas-Mena, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Instituto Nacional de Ecología. UNAM, Facultad de Ciencias. Río Elba N° 20. Colonia Cuauhtémoc. México, D.F. 186 p.
- BCRP. 2012. Informe Económico y Social Región Ucayali. Encuentro económico región Ucayali, Perú. 147 p.
- Buitrón, X.; Mulliken, T. 2001. El apéndice III de CITES y el comercio de la caoba (*Swietenia macrophylla*). TRAFFIC International. Quito, Ecuador. 25 p.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *rekoii* standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Guatemala. 66 p.
- Calvo, J. 2000. Visión general: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. Capítulo 7. 23 p.
- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Cerdán, C. 2007. La Tala ilegal de caoba (*Swietenia macrophylla*) en la Amazonía Peruana y su comercialización al mercado exterior. AIDSESEP. Lima – Perú (en línea). Consultado 16 enero 2015. Disponible en [https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala\\_ilegal\\_de\\_caoba\\_en\\_peru\\_aidesep.pdf](https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala_ilegal_de_caoba_en_peru_aidesep.pdf)
- CONIFOR; CIFOP; MAJAGUAL. 2007. Propuesta nacional para el manejo sostenible de la *Swietenia macrophylla* king "caoba" en Ecuador. Quito. 49 p.
- Contreras, J.; Rodríguez, G.; Molina, V. 2001. Estudio de crecimiento diamétrico de especies maderables comerciales. Conservación Internacional PROPETEN. Carmelita, San Andrés Petén. 11 p.
- Cordero, J.; Boshier. D. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Oxford, Reino Unido. 1079 p.
- Cruz, F.M. 2003. La caoba, una alternativa para áreas deforestadas de la Huasteca Potosina. Folleto para productores N° 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Huichihuayan. Serapio Rendón N° 83. México, D.F. 24 p.

- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzales, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA. Cordoba, AR, Universidad Nacional de Cordoba.
- Charles, B.; Kenny-Jordan; Herz, C.; Añazso, M.; Andrade, M. 1999. Construyendo cambios: una propuesta de manejo participativo de los recursos naturales renovables para el nuevo milenio. Desarrollo Forestal comunitario en los Andes. Cap. V. Quito, Ecuador. 28-35 p.
- Flores, T. F.; Chavarry, S. L. 2005. Guía para la selección de "árboles plus" para tres especies forestales nativas de la región andina- consideraciones generales. Programa ADEFOR, FOSEFOR, COSUDE, INTERCOOPERACIÓN, SAMIRI, documento Nº 01, Cajamarca, Perú. 52 p.
- Fredericksen, T, 2003. Consideraciones para árboles semilleros en bosques tropicales bajo manejo en Bolivia. Proyecto BOLFOR – The Forest Management Trust. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 23 p.
- Galván, O. 2003. Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra maculosa* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 79 p.
- García, B.F.; Rosello, C.J.; Santamarina, S.P. 2006. Introducción al funcionamiento de las plantas. Editorial de la UPV. España. 181 p.
- Grogan, J.; Galvao, J.; Simões, L.; Veríssimo, A. 2003. Regeneration of big-leaf mahogany in closed and logged forests of southeaster Pará, Brazil. *In* Lugo, A.; Figueroa Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag, p. 193-208.
- Gullison, R.E.; Hubbell. S.P. 1992. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en el Bosque Chimanes, Bolivia". *Ecología en Bolivia* 19:43-56.
- Gullison, R.E.; Panfill, S.N.; Strouse, J.J.; Hubbell, S.P 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122(1):9-34.
- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). San José – Costa Rica. 216 p.
- INRENA. 1999. Reserva del Alto Purús, Expediente Técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- ITTO, 2003. Racionalizando el comercio de la Caoba. Serie técnica Nº 22. 58 p.
- Jara, F. 1995. Identificación y selección de fuentes semilleras. *In*. Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. Serie Técnica No. 32. Bogotá. 156 p.

- Lombardi, I.; Garnica, C.; Carranza, J.; Barrena, V.; Ortiz, H.; Gamarra, J.; Ponce, B. 2010. Evaluación de la recuperación de las poblaciones naturales de caoba y cedro en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Forestales. Lima. 79 p.
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Mayhew, J.E.; Andrew, M.; Sandom, J.H.; Thayaparan, S.; Newton, A.C. 2003. Silvicultural systems for big-leaf mahogany plantations. *In*. Lugo, A.; Figueroa Colón, J.C.; Alayón, M. (eds.). Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York. Springer-Verlag, p. 261-277.
- Mesén, F. 1994. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. Curso nacional sobre selección, clasificación y manejo de fuentes semilleras. CATIE-DANIDA, San Carlos, Costa Rica. 56 p.
- Mori, J. 2009. Diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús. Informe Final de Consultoría, Pucallpa. 82 p.
- Murillo, O. 1990. Estrategias a corto plazo de producción de semilla mejorada genéticamente para la reforestación en Costa Rica. Tecnología en marcha 10(4): 23-27.
- Navarro, C. 1999. Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Niembro, R.A.; Ramírez-García, E.O. 2006. Evaluación de la cantidad y calidad biológica de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King- Meliaceae) procedentes de una plantación en el Estado de Campeche, México. Foresta Veracruzana 8(1):23-30.
- Parraguirre, L. C. 1994. Germinación de las semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo. *In* Snook, L.K.; Barrera, A. (eds.) Madera, chicle, caza y milpa. Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. Memorias del Taller, Chetumal. Quintana Roo, México. p. 67-80.
- Plana, E. 2000. Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical. Curso sobre gestión y conservación de bosques tropicales. Bloque II: Gestión Forestal y Agroforestería en los Trópicos (en línea). Consultado 22 setiembre 2014. Disponible en <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/personal/sburneo/cursos/ecologiaII/Bibliografia/2-4%20Ecologia%20y%20dinamica%20BHT.pdf>

- Quevedo, H. L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. Turrialba. 221 p.
- Quinto, L.; Martínez-Hernández, P.A.; Pimentel-Bribiesca, L.; Rodríguez-Trejo, D.A. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15(1):23-28.
- Quispe, A.; Tello, J. 2013. Estudio de mercado, producción y comercialización de semillas de caoba en el Purús (en línea). Consultado 15 enero. 2015. Disponible en: [http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO\\_DE\\_PRODUCCION\\_COMERCIALIZACION\\_SEMILLAS\\_DE\\_CAOBA.pdf](http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO_DE_PRODUCCION_COMERCIALIZACION_SEMILLAS_DE_CAOBA.pdf)
- Reynel, R. C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. 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. ICRAF. Lima, Perú. 509 p.
- Richards, P.W. 1996. The tropical rain forest. An ecological study. Second edition. Cambridge University press. United Kingdom. 575 p.
- Ríos, J.; Stern, M.; León, F.; Reátegui, F. 2002. Análisis del estado de conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Lima (Perú), WWF – Oficina Programa Perú. Vol. 1. Texto del informe. 99 p.
- Rodríguez, S.B.; Chavelas P.J.; García C.X. 1994. Dispersión de semilla y establecimiento de caoba después de un tratamiento mecánico del sitio. *In* Snook, L.K.; Barrera. A. Madera, chicle, caza y milpa. Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. Memorias del Taller, Chetumal. Quintana Roo, México p. 81-89.
- Rubio, H.; Mena, J.L.; Germaná, C. 2014. Latidos de la Selva: corredor de conservación Purús-Manu. Consorcio Purús-Manu. WWF, CARE Perú, ProNaturaleza, ProPurús, Sociedad Zoológica de Fráncfort, ORAU. Lima - Perú. 96 p.
- Sabogal, C.; Castillo, A.; Mejía, A.; Castañeda, A. 2001. Aplicación de un tratamiento silvicultural experimental en un bosque de La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales n° 22. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p.
- Salán, S.I. 2011. Inventariación y selección de árboles de cedro, con características semilleras en los sectores: el 51, el pindo y el mirador de los cantones de la provincia de pastaza. Tesis de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 74 p.

- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Schmidt, L; Joker, D. 2000. *Swietenia macrophylla* King. Denmark, Danida Forest Seed Centre. Seed Leaflet Bulletin N 30. 2 p.
- Snook, L. K.1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forest of the Yucatan Peninsula, Mexico. Doctoral Dissertation. Yale School of Forestry and Environmental Studies. University Microfilms International. Ann Arbor, MI, USA.
- Snook, L. K. 2000. Regeneration and growth of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the forests of Quintana Roo, Mexico. *Ciencia Forestal en México* 25(87):59-76.
- Snook, L.K. 2003. Regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatán forests. *In* Lugo, A.; Figueroa, J.C.; Alayón, M. (eds.), Big-leaf mahogany: Genetics, ecology and management. Nueva York, Springer. p 169-192.
- Snook, L.K.; Cámara C.L.; Kelty, M.J. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): Patterns of variation and implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 206:221-235.
- Synnott, T.J. 2009. La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. Corredor Biológico Mesoamericano-México, Conabio. México, D.F., México. 152 p.
- Torres, J.M. 2003. Análisis técnico del sistema de manejo conocido como Plan Piloto Forestal de Quintana Roo. *In* Bray, D.B.; Santos,V.; Armijo, N. (eds.). Investigaciones en apoyo de una economía de conservación en la Zona Maya de Quintana Roo, informes sobre proyectos de investigación colaborativa entre instituciones académicas en México, Estados Unidos y la OEPFZM. UNORCA. p. 38-46.
- Trigoso, J.; Stern, M.; León, F.; Reátegui, F. 2002. Análisis del estado de conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el Perú. Lima - Perú. 87 p.
- Varela, S.A.; Aparicio, A.G. 2011. Aspectos básicos sobre semillas y frutos de especies forestales. Recomendaciones para su cosecha. *In* Varela, S.A.; Aparicio, A.G. (eds.). Serie técnica Sistemas Forestales Integrados Área Forestal - INTA EEA Bariloche. Silvicultura en vivero, Cuadernillo 1. Argentina. 10 p.
- Vargas, C.; Lombardi, I. 2006. Fortalecimiento de las autoridades administrativas y científicas CITES-Perú. Informe Técnico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima -Perú. 28 p.

Veríssimo, A.; Barreto, P.; Tarifa, R.; Uhl, C. 1992. Mahogany extraction in the eastern Amazon: a case study. *In* Hartshorn, G. (ed.). Mahogany Workshop: Review and Implications of CITES. Tropical Forest Foundation. 8 p.

## 8.- ANEXOS

### Anexo 1.- Características fenotípicas de las caobas en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

N_árbol	C_Indígena	Cód.	Dap_m	HC	HT	E_aprox	PS	FF	AB	IC	FC	DC
1	Santa Margarita	Ca1	0,73	18	27	45	3	4	6	5	3	3
2	Santa Margarita	Ca2	1,92	20	26	80	3	6	4	5	5	5
3	Santa Margarita	Ca3	1,31	16	25	60	3	4	6	5	2	3
4	Santa Margarita	Ca4	1,98	18	28	120	3	4	4	5	3	5
5	Santa Margarita	Ca5	1,59	16	24	80	3	6	6	5	5	5
6	Santa Margarita	Ca6	1,04	15	23	80	3	6	6	5	5	5
7	Santa Margarita	Ca7	1,31	17	28	70	3	6	4	5	4	5
8	Santa Margarita	Ca8	0,89	16	22	65	3	6	4	5	3	5
9	Santa Margarita	Ca9	2,55	25	33	160	3	6	6	5	5	5
10	Santa Margarita	Ca10	0,61	15	25	50	3	4	4	5	2	3
11	Santa Margarita	Ca11	0,48	14	22	40	3	6	6	5	3	3
12	Santa Margarita	Ca12	0,67	14	26	45	3	4	4	5	4	5
13	Santa Margarita	Ca13	0,37	8	22	35	3	2	2	4	3	3
14	Santa Margarita	Ca14	1,15	13	20	70	3	4	4	5	4	5
15	Santa Margarita	Ca15	1,59	15	25	120	3	6	6	5	5	5
16	Santa Margarita	Ca16	0,67	15	20	80	3	4	6	5	4	3
17	Santa Margarita	Ca17	0,95	10	22	140	3	6	6	5	4	5
18	Santa Margarita	Ca18	0,93	13	20	90	3	4	4	5	4	5
19	Santa Margarita	Ca19	0,87	13	27	100	3	4	6	5	4	5
20	Santa Margarita	Ca20	0,92	7	19	90	3	6	2	5	4	5
21	Santa Margarita	Ca21	0,54	13	16	50	2	4	6	3	3	3
22	Nueva Luz	Ca1	1,50	18	30	85	3	6	6	5	4	5
23	Nueva Luz	Ca2	0,80	20	30	80	3	6	6	5	5	5
24	Nueva Luz	Ca3	1,38	18	28	90	3	6	6	5	5	5
25	Nueva Luz	Ca4	1,02	14	25	90	3	6	6	5	5	3
26	Nueva Luz	Ca5	1,20	20	38	85	3	2	6	4	3	3
27	Nueva Luz	Ca6	1,20	18	32	90	3	4	6	5	3	3
28	Nueva Luz	Ca7	1,15	14	24	70	3	6	6	5	4	5
29	Nueva Luz	Ca8	1,78	4	28	95	3	6	6	5	5	3
30	Nueva Luz	Ca9	1,72	20	32	88	3	6	6	5	5	5
31	Nueva Luz	Ca10	0,88	18	24	80	3	6	4	5	5	5
32	Nueva Luz	Ca11	0,58	18	26	70	3	6	6	5	4	3
33	Nueva Luz	Ca12	0,87	15	23	75	3	6	6	5	4	3
34	Nueva Luz	Ca13	1,15	18	28	80	3	6	4	5	4	5
35	Nueva Luz	Ca14	1,04	16	24	100	3	4	6	5	5	5
36	Nueva Luz	Ca15	0,86	14	24	90	3	6	6	5	5	5
37	Nueva Luz	Ca16	1,21	14	25	85	3	4	4	5	5	5
38	Nueva Luz	Ca17	0,95	12	21	70	3	4	4	5	4	3
39	Nueva Luz	Ca18	1,43	14	30	130	3	6	6	5	5	5

40	Pozo San Martín	Ca1	0,67	10	19	60	3	6	4	5	4	3
41	Pozo San Martín	Ca2	1,04	10	22	60	3	6	6	5	5	5
42	Pozo San Martín	Ca3	0,46	7	17	20	2	6	2	4	3	3
43	Pozo San Martín	Ca4	0,86	13	20	70	3	6	6	5	4	5
44	Pozo San Martín	Ca5	1,37	10	23	80	3	6	6	5	4	5
45	Pozo San Martín	Ca6	0,89	12	25	100	3	6	4	5	5	5
46	Pozo San Martín	Ca7	1,04	8	22	70	3	6	6	5	4	5
47	Pozo San Martín	Ca8	0,51	10	18	60	2	6	6	4	4	5
48	Pozo San Martín	Ca9	0,80	13	22	70	3	4	6	4	3	3

Leyenda: HC=Altura tota, HT=Altura total, E. aprox=Edad aproximada, PS=Posición sociológica, FF=Forma de fuste, AB=Altura de bifurcación, IC=Iluminación de la copa, FC=Forma de la copa, DC=Diámetro de la copa.

## Anexo 2.- Características fenotípicas de los 28 árboles considerados como semilleros en las comunidades de Purús, Ucayali, Perú

N_árbol	Cód	C_Indígena	Dap_m	HC	HT	E_aprox	PS	FF	AB	IC	FC	CD	Punt.
1	Ca2	Santa Margarita	1,92	20	26	80	3	6	4	4	5	5	27
2	Ca5	Santa Margarita	1,59	16	24	80	3	6	6	4	5	5	29
3	Ca6	Santa Margarita	1,04	15	23	80	3	6	6	4	5	5	29
4	Ca7	Santa Margarita	1,31	17	28	70	3	6	4	4	4	5	26
5	Ca8	Santa Margarita	0,89	16	22	65	3	6	4	4	3	5	25
6	Ca9	Santa Margarita	2,55	25	33	160	3	6	6	4	5	5	29
7	Ca11	Santa Margarita	0,48	14	22	40	3	6	6	4	3	3	25
8	Ca15	Santa Margarita	1,59	15	25	120	3	6	6	4	5	5	29
9	Ca17	Santa Margarita	0,95	10	22	140	3	6	6	4	4	5	28
10	Ca19	Santa Margarita	0,87	13	27	100	3	4	6	4	4	5	26
11	Ca1	Nueva Luz	1,5	18	30	85	3	6	6	4	4	5	28
12	Ca2	Nueva Luz	0,8	20	30	80	3	6	6	4	5	5	29
13	Ca3	Nueva Luz	1,38	18	28	90	3	6	6	4	5	5	29
14	Ca4	Nueva Luz	1,02	14	25	90	3	6	6	4	5	3	27
15	Ca7	Nueva Luz	1,15	14	24	70	3	6	6	4	4	5	28
16	Ca8	Nueva Luz	1,78	4	28	95	3	6	6	4	5	3	27
17	Ca10	Nueva Luz	0,88	18	24	80	3	6	4	4	5	5	27
18	Ca11	Nueva Luz	0,58	18	26	70	3	6	6	4	4	3	26
19	Ca12	Nueva Luz	0,87	15	23	75	3	6	6	4	4	3	26
20	Ca14	Nueva Luz	1,04	16	24	100	3	4	6	4	5	5	27
21	Ca15	Nueva Luz	0,86	14	24	90	3	6	6	4	5	5	29
22	Ca16	Nueva Luz	1,21	14	25	85	3	4	4	4	5	5	25
23	Ca2	Pozo San Martín	1,04	10	22	60	3	6	6	4	5	5	29
24	Ca4	Pozo San Martín	0,86	13	20	70	3	6	6	4	4	5	28
25	Ca5	Pozo San Martín	1,37	10	23	80	3	6	6	4	4	5	28
26	Ca6	Pozo San Martín	0,89	12	25	100	3	6	4	4	5	5	27
27	Ca7	Pozo San Martín	1,04	8	22	70	3	6	6	4	4	5	28
28	Ca8	Pozo San Martín	0,51	10	18	60	2	6	6	3	4	5	26

Leyenda: Cód=Código de árbol, Dap\_m=Diámetro en metros, HC=Altura tota, HT=Altura total, E\_aprox=Edad aproximada, PS=Posición sociológica, FF=Forma de fuste, AB=Altura de bifurcación, IC=Iluminación de la copa, FC=Forma de la copa, DC=Diámetro de la copa, Punt=Puntaje obtenido.

**Anexo 3.-** Correlación de las variables DAP y Altura total de los árboles en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

### **Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearson</u>	<u>p-valor</u>
Dap_m	A_total	48	0,58	<0,0001

**Anexo 4.-** Análisis de componentes principales (Matriz de correlación de Pearson) en relación con la edad, altura comercial y total de los individuos de caoba

### **Análisis de componentes principales**

*Datos estandarizados*

*Casos leídos 48*

*Casos omitidos 0*

### **Variables de clasificación**

Caso

### **Matriz de correlación/Coefficientes**

	<u>A comercial</u>	<u>A total</u>	<u>Edad aprox</u>
<u>A comercial</u>	1,00		
<u>A total</u>	0,66	1,00	
<u>Edad aprox</u>	0,31	0,45	1,00

### **Matriz de correlación/Probabilidades**

	<u>A comercial</u>	<u>A total</u>	<u>Edad aprox</u>
<u>A comercial</u>			
<u>A total</u>	<0,0001		
<u>Edad aprox</u>	0,0340	0,0012	

### **Autovalores**

<u>Lambda</u>	<u>Valor</u>	<u>Proporción</u>	<u>Prop Acum</u>
1	1,96	0,65	0,65
2	0,72	0,24	0,89
3	0,32	0,11	1,00

## Autovectores

Variables	e1	e2
A_comercial	0,59	-0,51
A_total	0,64	-0,18
Edad aprox	0,49	0,84

## Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2
A_comercial	0,83	-0,43
A_total	0,89	-0,15
Edad aprox	0,69	0,72

**Anexo 5.-** Análisis de varianza para los grupos de calidad fenotípica de los individuos de caoba

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Icalidad fenotípica	48	0,95	0,95	8,26

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,04	3	1,01	277,57	<0,0001
Conglomerado	3,04	3	1,01	277,57	<0,0001
Error	0,16	44	3,7E-03		
Total	3,20	47			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05404**

Error: 0,0037 gl: 44

Conglomerado	Medias	n	E.E.	
2	0,19	6	0,02	A
1	0,56	10	0,02	B
4	0,79	14	0,02	C
3	0,96	18	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 6.-** Tabla de contingencia de los grupos de calidad fenotípica por comunidad

## Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

En columnas: Conglomerado

C Indígena	Buena Calidad	Media	MuyB Calidad	Regular	Total
Nueva Luz	5	4	7	2	18
Pozo San Martín	1	2	5	1	9
Santa Margarita	8	4	6	3	21
Total	14	10	18	6	48

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	2,98	6	0,8111
Chi Cuadrado MV-G2	3,18	6	0,7855
Coef.Conting.Cramer	0,14		
Coef.Conting.Pearson	0,24		

**Anexo 7.-** Modelos lineales generalizados mixtos para características fenotípicas en la germinación de semillas

### Especificación del modelo en R

```
modelo.g02_Suma_ML <- glmer(cbind(Suma
,as.numeric(as.character(Columna1))-Suma)~1+Trata+(1|Bloque)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data02)
```

### Resultados para el modelo: modelo.g02\_Suma\_ML

Variable dependiente: Suma

#### General

Familia Enlace nAGQ  
binomial logit 1

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
12	364.95	366.89	-178.48	356.95

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Trata	54.87	2	<0.0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque (Intercept)		0.39	0.62

### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Trata

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Trata	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
A	0.06	0.33	0.52	0.08	A
B	0.04	0.33	0.51	0.08	A
D	-0.94	0.33	0.28	0.07	B

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

**Anexo 8.-** Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g04_germn_ML<-glm(cbind(germn
,as.numeric(as.character(Columna1))-germn)~1+Trata+Dias_2+Trata:Dias_2+I(Dias_2^2)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,data=R.data04)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g04\_germn\_ML

Variable dependiente: *germn*

#### General

Familia	Enlace	Convergencia	Escala
binomial	logit	Alcanzada	1.00

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
156	958.94	980.29	-472.47	657.83

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			155	1004.27	
Trata	2	30.47	153	973.80	<0.0001
Dias_2	1	40.00	152	933.80	<0.0001
I(Dias_2^2)	1	268.69	151	665.11	<0.0001
Trata:Dias_2	2	7.28	149	657.83	0.0262

## Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-48.28	3.56	-13.58	<0.0001
TrataB	-0.61	1.02	-0.60	0.5517
TrataD	-3.69	1.21	-3.06	0.0022
Dias_2	3.88	0.29	13.14	<0.0001
I(Dias_2^2)	-0.08	0.01	-13.39	<0.0001
TrataB:Dias_2	0.02	0.04	0.59	0.5565
TrataD:Dias_2	0.13	0.05	2.61	0.0090

## germn - Medias ajustadas y errores estándares para Trata

*Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0*

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Trata	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
B	48.64	3.85	1.00	0.00	A
A	48.62	3.85	1.00	0.00	A
D	48.16	3.86	1.00	0.00	B

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

**Anexo 9.-** Estimación del potencial germinativo de semillas provenientes de 28 árboles identificados como semilleros en Purús.

$$C = \frac{A \times D}{(CG \%) \times (\% P) \times (S. V. / Kg) \times (F)}$$

$$= \frac{10 \text{ m}^2 \times 70 \text{ m}^2}{(0,52) \times (0,9584) \times (816) \times (0,90)} = 1,91 \text{ kg de semillas equivalentes a (3127 semillas)}$$

Determinación del número de semillas viables por kilogramo

$$S. V. /Kg = \% P \times CG \% \times S/Kg$$

$$= 95,84 \times 52 \times 1637$$

$$= 816 \text{ semillas viables}$$

## **ARTÍCULO 2. APROVECHAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE CAOBA EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS DE SANTA MARGARITA, NUEVA LUZ Y POZO SAN MARTÍN, UCAYALI, PERÚ**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

La caoba (*Swietenia macrophylla*) es una de las especies forestales más importantes del Perú y en el neotrópico por la gran demanda alcanzada en los mercados, producto de su fina madera (Marmillod 2007; IIAP 2009). Sin embargo, debido a la explotación desmedida, las poblaciones naturales se encuentran vulnerables a desaparecer, lo que ha llevado a tomar medidas para regular su aprovechamiento y protección por parte de diversas instituciones y organismos internacionales (Cerdán 2007). La proyección de una carretera que conecte Iñapari con Madre de Dios se convertiría en una seria amenaza para el hábitat de esta especie, pues incrementaría la migración de muchos madereros y agricultores en la zona.

La provincia de Purús, una de las pocas regiones donde aún se puede encontrar densidades considerables de caoba en estado silvestre (Mori 2009), es una de las más representativas del Perú por su prioridad alta para la conservación (Leite-Pitman et al. 2003). Además, por albergar una amplia diversidad de especies, ecosistemas y también riqueza cultural debido a la presencia de pueblos indígenas, en aislamiento voluntario y en contacto inicial que se han mantenido ancestralmente en estos territorios. En esta región, las comunidades indígenas ubicadas a lo largo del río que lleva el mismo nombre están tomando conciencia del verdadero valor que representa la conservación de la caoba, que cada vez se vuelve escasa por actividades como la tala ilegal generada por parte de los madereros que ingresan principalmente a las zonas de protección y territorios adyacentes para la obtención de tan preciado recurso.

Mediante un proceso participativo de las comunidades del Purús, entre ellas Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, e instituciones locales y ONG que trabajan en la zona, se vienen desarrollando actividades vinculadas al aprovechamiento sostenible y la comercialización de semillas. La finalidad es beneficiar a las familias con la generación de ingresos para mejorar su calidad de vida y a la vez conservar el ecosistema para que de esta manera se continúen los procesos ecológicos que sostienen a los recursos naturales para el uso de estos pobladores.

Entonces, la generación del conocimiento y la difusión en cuanto a aspectos de su ecología, aprovechamiento, propagación y métodos de cosecha podrían permitirles a estos pobladores garantizar la calidad de las semillas en el momento de la recolecta, y de esta manera optimizar sus ingresos y conservar material disponible para la propagación. Se ayuda así a promover un manejo forestal adecuado sin comprometer las poblaciones silvestres, y más aun, con el involucramiento de las comunidades locales. El objetivo principal de este estudio fue determinar los procedimientos básicos y el efecto de diferentes métodos de cosecha mediante un ensayo de germinación de semillas.

## 2.- ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Purús (9°23'10" latitud meridional, 70°29'30" latitud occidental) y una altitud promedio de 285 m.s.n.m. con un área aproximada de 1 742,800 hectáreas (Norgrove y Herrera 2005). La población indígena se encuentra distribuida en 41 comunidades, que corresponden a 9 pueblos diferentes, asentadas a lo largo del río Purús y su afluente el Curanja. El pueblo indígena que predomina demográficamente en la región es el Cashinahua, le siguen los pueblos Culina, Sharanahua, Asháninka, Chaninahua, Amahuaca, Mastanahua y Yine. Se estima que más del 70% de la población es indígena, los colonos mestizos se concentran en su capital, que es Puerto Esperanza. Las comunidades seleccionadas para el estudio fueron Santa Margarita, Pozo San Martín y Nueva Luz (figura 14). Estas poblaciones se dedican a la caza, pesca y a la agricultura de autoconsumo de productos tradicionales.

El clima responde a las características de bosque tropical. Las cuatro estaciones del año no están bien definidas como en otras latitudes; los lugareños llaman verano al período que va desde mayo a noviembre debido a que las precipitaciones son menores que en la época lluviosa, que denominan invierno y que se extiende desde los meses de diciembre a abril (promedio anual bordea los 2,200 mm). La temperatura promedio oscila entre los 17 y los 35°C durante todo el año (Tovar 1998). La humedad relativa promedio anual es de 75 a 82%. La zona de vida es el medio ecológico determinado por factores de altitud, precipitación pluvial y temperatura.

La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Tropical (Bh-T) (Holdridge 1987) y se encuentra en la provincia Biogeográfica Amazónica Tropical, la cual comprende bosques hidromórficos. El estudio realizado por INRENA (1999) reporta que se han identificado seis tipos de suelos que caracterizan la zona, y han sido agrupados taxonómicamente y descritos a nivel de subgrupo (soil taxonomy, USA): tropofluvents, eutropepts, Tropudalf, Tropudults, Paleodults y Tropacults (ONERN 1980).

Tomando como punto de partida la perspectiva a nivel de territorio peruano, el sistema hídrico está conformado principalmente por el río Purús, que vierte sus aguas hacia territorio brasilero. Se conforma por los ríos Alto Purús y Curanja (este último con 212 km de recorrido), se encuentra a 285 m.s.n.m. con dirección predominante hacia el norte con suaves gradientes. Los ríos de la provincia no pertenecen a la cuenca del Ucayali; sin embargo sirven como importante y principal vía de comunicación interna entre Puerto Esperanza, las comunidades nativas y la República de Brasil.

El río Purús llega a tener en su máximo nivel hasta 100 m de ancho, y su longitud en territorio peruano es de 483 km aproximadamente. En épocas de creciente del río (noviembre-abril) navegan en sus aguas embarcaciones de 4 pies de calado como máximo hasta la desembocadura del Curanja, y en épocas de vaciante solo embarcaciones de menor calado (ADAR 2001).

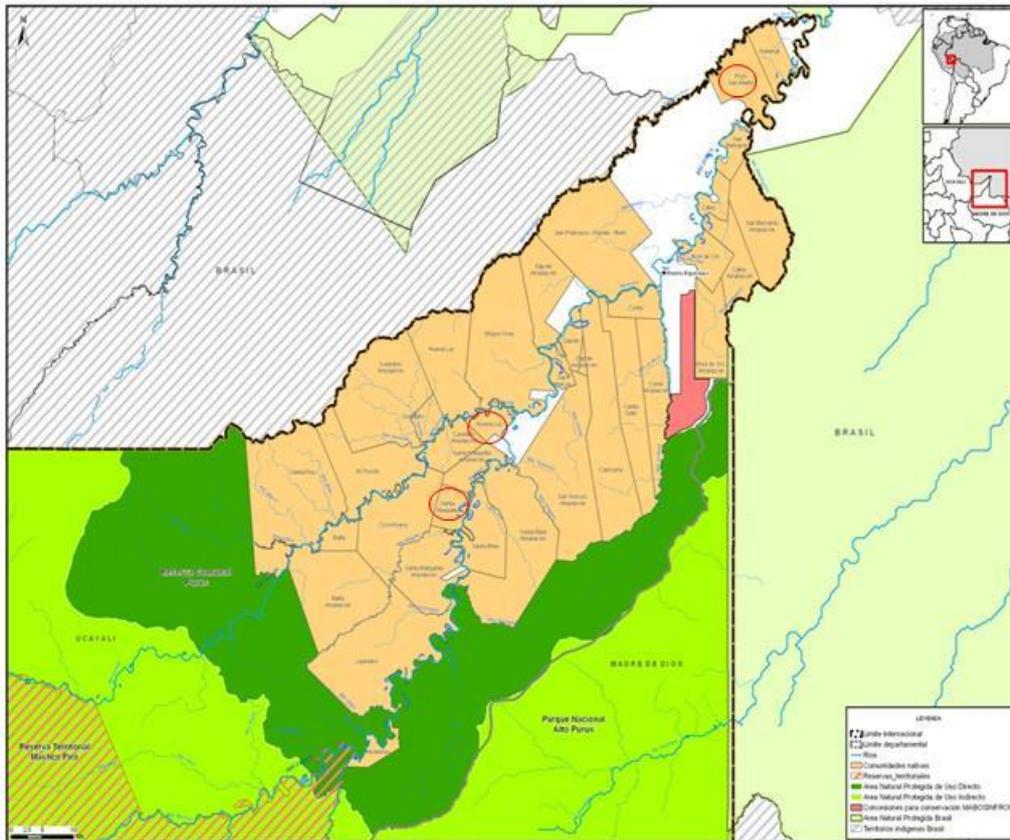


Figura 14. Ubicación de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en la provincia de Purús, Ucayali, Perú.

### 3.- METODOLOGÍA

#### 3.1.- Esfuerzo de trabajo en el aprovechamiento de las semillas

Con la finalidad de determinar el esfuerzo de trabajo que realizan los pobladores en la cosecha de las semillas de caoba, se realizaron entrevistas a 6 pobladores de cada una de las tres comunidades de estudio que participan en la cosecha de semillas. Se seleccionó este número de entrevistados porque son comunidades pequeñas y muchos de los habitantes no se encontraron en su localidad en el momento de la visita. En las entrevistas se indagó sobre las actividades de aprovechamiento, como ¿cuántos árboles conoce?, ¿cuál es la distancia recorrida desde la comunidad para acceder a los árboles?, ¿cuál es el precio de un kilo de semillas?, entre otros que se pueden apreciar en el anexo 1.

#### 3.2.- Procedimientos y equipos utilizados para la cosecha de las semillas

Para la cosecha de las semillas, el personal de campo estuvo conformado por un subidor cosechador, dos a cuatro trocheros para ayudar a escalar al subidor, y cuando fue

necesario por distancias largas, se incluyó en el equipo un motorista y un cocinero. Las funciones de cada personal se describen a continuación:

**Subidor cosechador:** Se encarga de mantener los equipos listos para escalar y subir los árboles, y asimismo de subir él mismo para la cosecha de los frutos. Sus honorarios ascienden a 100 nuevos soles por día.

**Trocheros:** Se encargan del traslado de los equipos desde la comunidad hasta el lugar de la cosecha, de realizar la limpieza de los alrededores del árbol, de hacer las operaciones necesarias para el ascenso del subidor y de apoyar en la apertura de los frutos y acondicionamiento de las semillas. Sus honorarios ascienden a 30 nuevos soles por día.

**Motorista:** Se encarga del traslado del personal de la cosecha y también puede apoyar en labores complementarias. Sus honorarios ascienden a 40 nuevos soles por día.

**Cocinero:** Se encarga de la alimentación del personal de la cosecha en el campamento y del cuidado de los víveres. Sus honorarios ascienden a 30 nuevos soles por día.

En las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, se necesitó de un subidor para la cosecha de los frutos y las personas que se desempeñaron como trocheros fueron los mismos pobladores de cada comunidad, incluyendo niños, mujeres y hombres de todas las edades.

Para llegar a los árboles de caoba, los pobladores no necesitaron abrir caminos, puesto ya tienen sus transectos identificados cuando realizan sus faenas de cacería. Una vez localizado el árbol a cosechar, el subidor es apoyado por el trochero para la escalada, para ello preparan los cables y demás herramientas que lo sujetarán al mismo. Este proceso puede entre 2 y 4 horas, dependiendo de la localización y las condiciones en que se encuentre el árbol.

Cuando el subidor se encuentra en la copa del árbol, la cosecha de los frutos puede tomar entre 1 y 3 horas, dependiendo de la disponibilidad de los mismos en el árbol y los tiempos de descanso que necesita la persona. Algunos frutos al caer son abiertos y las semillas son esparcidas en varias direcciones, lo que implica mayor tiempo para su colecta, mientras que otros permanecen cerrados. En el caso de la cosecha de los frutos con mallas, el proceso de seleccionar, limpiar el lugar y la instalación de las mismas puede tomar entre 20 y 30 minutos (cuadro 6). Para este caso de las mallas, por motivos de tiempo y de la lejanía de la zona, estas fueron armadas en el momento inmediato de la cosecha de los frutos de la copa con la finalidad de que su caída no tenga contacto con el suelo. Para la cosecha del suelo, solo toma el tiempo necesario en buscar los frutos caídos, que es entre 5 y 15 minutos. Algunos frutos son abiertos en la copa de los árboles y las semillas se dispersan en el suelo, en este caso, se descartó la colecta de solo semillas porque la mayoría de ellas se encontraban deterioradas y con presencia de agentes patógenos.

Cuadro 6. Tiempos, equipos y costos de materiales por método de cosecha necesarios para la colecta de semillas de caoba en Purús

<b>Parámetro / Método</b>	<b>Copa del árbol</b>	<b>Suelo</b>	<b>Lonas</b>
Tiempo de cosecha	1 a 3 horas	5 a 15 minutos	20 a 30 minutos
Equipos necesarios	Ver cuadro 8	Machete, Costales	Machete, Malla Raschll, rafia, Costales
Costos de equipos	11000 nuevos soles 3667 dólares*	38 nuevo soles 13 dólares*	838 nuevos soles 279 dólares*

\*El tipo de cambio considerado a moneda extranjera es de 3 nuevos soles.

Luego, los frutos cosechados fueron transportados hacia un lugar seguro donde son agrupados y posteriormente abiertos para extraer las semillas, luego pesados y puestos en costales de yute para su transporte a la comunidad. Seguidamente las semillas son puestas en mantas o telas bajo sombra para que sequen a temperatura ambiente. Se considera que una semilla se encuentra seca cuando se rompe el resto del ala. Las semillas se secan de acuerdo con el estado de su maduración, por lo que el porcentaje de humedad es menor cuando un fruto está por abrirse y la humedad baja permite la apertura de los frutos. Las semillas pueden conservar su poder germinativo de siete a ocho meses almacenadas a temperatura ambiente (Navarro 1999; CATIE 2000; Reynel et al. 2003) .

El equipo de alpinismo complementado por espolones es el más recomendado para escalar los grandes diámetros y alturas de los árboles (Robbins 1996) (figura 15). Los equipos y los costos necesarios para este fin se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 7. Equipo de alpinismo necesario para la cosecha de las semillas en Purús

Canti dad	Descripción	Precio con I.G.V (Soles)	
		Unitario	Total
<b>1</b>	Equipo de ascensión a árboles tipo alpinista		11000
<b>1</b>	Subidor de espuelas o púas TREE CLIMBER	1209.60	1210
<b>1</b>	Casco para escalador ECRIN ROCK HELMET	515.20	515
<b>1</b>	Cuerda de seguridad graduable AJUSTABLE LANYARD	252.80	253
<b>1</b>	Cuerda de seguridad graduable LINESMAN SAFETY STRAP	656.00	626
<b>1</b>	Cinturón o arnés FLOATING DEE EXTRADINE BACK SADDLES	774.40	774
<b>1</b>	Grapa para cuerda ROPE GRAP	771.20	771
<b>1</b>	Cuerda amortiguador de impacto SHOCK ABSORTING LANYARD	758.40	758
<b>4</b>	Mosquetón con seguro de palanca LADDER HOOK	140.80	563
<b>1</b>	Guantes LEATHER PROTECTORS FOR LOW	243.20	243
<b>3</b>	Cuerda especial para ascenso ARBOR PLEX	556.80	1670
<b>1</b>	Wuinche manual MASSDAM POW R-ROPER PULLER WITH ROPE	380.80	381
<b>1</b>	Guantes para ascensión CORDEX GLOVES	192.00	192
<b>1</b>	Lanzadera SHOUT POUCH	54.40	54
<b>1</b>	Ultracender (ascensor)	582.40	582
<b>1</b>	Freno de descenso	505.60	506
<b>1</b>	Mosquetón con seguro enroscable ACE LOCKING	51.20	51
<b>1</b>	Polea de aluminio	288.00	288
<b>1</b>	Tijera Telescópica	627.20	627

Fuente: Tomado de Mori (2009).



Figura 15. Subidor escalando árbol de caoba en la comunidad de Pozo San Martín, Purús, Ucayali.

### 3.3.- Ensayo de germinación de semillas por métodos de cosecha

Con el propósito de generar conocimientos sobre el aprovechamiento de esta especie, se describieron los procedimientos a tener en cuenta en la cosecha, como la forma en que se realiza, los equipos utilizados, las distancias y los tiempos requeridos por los pobladores para acceder a los árboles semilleros. Además, se realizó un ensayo de germinación de las semillas constituido por diferentes tratamientos provenientes del método de cosecha, estos fueron tomados preferentemente de árboles emergentes con óptimas características fenotípicas. Para ello, se cosecharon frutos de 11 árboles de un total de 48 (5 en Santa Margarita, 3 en Nueva Luz y 3 en de Pozo San Martín). Luego de cosechados, se tomaron datos de las características de los frutos, como longitud, ancho y peso de cada uno de ellos para tener una idea del cuál sería el potencial productivo. Posteriormente se extrajeron las semillas que fueron limpiadas y puestas en un ambiente adecuado para su secado natural.

Los tratamientos se hicieron de acuerdo con el tipo de cosecha de los frutos y la ubicación de los mismos, como se expresa gráficamente en la figura 16:

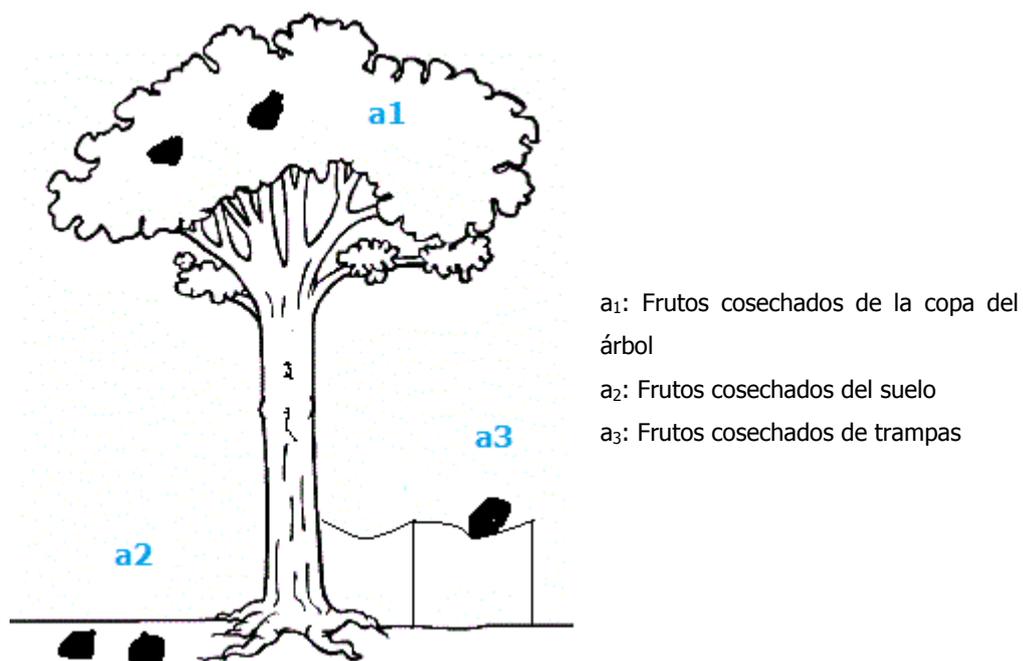


Figura 16. Métodos de cosecha de los frutos para la obtención de las semillas utilizadas en los ensayos de germinación.

### 3.3.1.- Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 tipos de cosecha por 3 comunidades, que resultan en 9 combinaciones factoriales por 6 repeticiones, y hacen un total de 54 muestras. Para este ensayo se utilizaron 1350 semillas, las cuales se dividieron en 25 semillas por muestra.

Donde:

FACTOR A: Tipo de cosecha

a<sub>1</sub>: Frutos cosechados de la copa del árbol

a<sub>2</sub>: Frutos cosechados del suelo

a<sub>3</sub>: Frutos cosechados de trampas (lonas)

FACTOR B: Ubicación de la cosecha

b<sub>1</sub>: Comunidad de Santa Margarita

b<sub>2</sub>: Comunidad de Nueva Luz

b<sub>3</sub>: Comunidad de Pozo San Martín

### 3.5.- Estimación de beneficios de la cosecha de semillas con madera aserrada

Para determinar el ingreso en la cosecha de las semillas, se asumió una producción de 4 kilos por árbol, que en promedio es una cantidad bastante considerable por las grandes dimensiones que tiene cada uno. Asimismo, se consideró la cosecha de 16 árboles teniendo en cuenta que no todos fructifican cada año y el tiempo requerido para desarrollar esta actividad con mayor número de árboles es corta. El precio de venta considerado para un kilo de semillas fue de 300 nuevos soles. Los costos operacionales fueron determinados por una brigada compuesta por un subidor cosechador, cinco trocheros, un motorista y un cocinero.

Para realizar el análisis económico, tanto el diámetro como la altura comercial de los árboles fueron promediados para conocer el volumen promedio del árbol, y se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi \times \text{DAP}^2}{4} \times \text{HC} \times \text{FF}$$

Donde:

V = Volumen comercial en metros cúbicos

$\pi$  = 3,1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho

HC = Altura comercial

FF = Factor de forma (0,65)

Se consideró un factor de conversión de madera en rollo a madera aserrada de 20% debido a que el aserrío de la madera en Puerto Esperanza se realiza con sierra de cadena.

Se consideraron los costos de viajes de Puerto Esperanza a Pucallpa ida y vuelta, incluyendo la estadía. Los trámites para la obtención de los permisos suman 1500 nuevos soles, y el costo del inventario para la presentación del POA fue tomada de Mori (2009). De acuerdo con otros inventarios realizados en la zona (Roncal 2004; Nolorbe 2008), se estimó el costo por metro cúbico de madera para los 16 árboles; se consideró además el costo de 0,80 nuevos soles para la venta de un metro cúbico aserrado.

Para el tiempo requerido en reponer el volumen extraído se consideró un crecimiento en diámetro de 1,4 cm año, y en altura de 2 metros por año (Wightman et al. 2006; Alvarado y Carpintero 2011). Entonces, el tiempo límite a considerar será el número de años necesarios para que un individuo logre alcanzar el diámetro promedio de los árboles de la población de caobas determinadas en el estudio.

### **3.6.- Análisis de la información**

Para el esfuerzo en el aprovechamiento, se utilizó un análisis estadístico multivariado que consistió en una prueba de correspondencias múltiple para observar la asociación entre las variables estudiadas efectuadas en las entrevistas. Mediante una tabla de contingencia con la prueba de Chi-cuadrado, se buscaron diferencias entre las comunidades en relación con las preguntas planteadas para este fin, en el programa InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

En la distancia y los tiempos requeridos por los pobladores hacia los árboles semilleros, se utilizó la estadística descriptiva y se realizó un análisis de varianza para determinar si hubo diferencias entre las comunidades con respecto la distancia y el tiempo. En el ensayo de germinación de semillas se aplicó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial para conocer si existió diferencia entre métodos de cosecha y comunidades, utilizando el software estadístico de InfoStat 2011 (Di Rienzo 2011).

## **4.- RESULTADOS**

### **4.1.- Esfuerzo de trabajo para la cosecha de los frutos de caoba**

En total se aplicaron 17 entrevistas a los actores locales involucrados en la actividad de la cosecha de las semilla (6 en Santa Margarita y Nueva Luz y 5 en Pozo San

Martín)(anexo 1). El 100% de los entrevistados fueron jefes de familias con edades que variaron entre 21 a 62 años, en su mayoría fueron agricultores (65%).

#### **4.1.1.- Las semillas y árboles son escasos o abundantes**

Para esta variable no hubo diferencia entre comunidades ( $p=0,3852$ ). De acuerdo con los resultados las personas de Santa Margarita (83%) y Pozo San Martín (80%), mencionaron que desde su perspectiva las semillas son escasas debido a que cada año el hay menos lluvias y esto podría estar influenciando la fructificación de las caobas. Mientras tanto, en la comunidad de Nueva Luz las opiniones están divididas, pues para el 50 de los entrevistados las semillas son abundantes y para el otro 50% son escasas.

#### **4.1.2.- La forma de aprovechamiento de las semillas**

Se encontró diferencia para esta variable ( $p=0,0028$ ). Los pobladores de Nueva Luz explicaron que aprovechan las semillas recogiendo del suelo (83%) cuando realizan sus faenas de cacería, en comparación con las comunidades de Santa Margarita y Pozo San Martín, donde ya existe un nivel de organización e intervienen instituciones como ECOPURUS para escalar los árboles y cosechar los frutos que se encuentran disponibles de acuerdo con la accesibilidad. Entonces, es entendible que las personas de Nueva Luz afirmen que la cosecha la realizan de forma voluntaria sin realizar mucho esfuerzo y recibir ningún apoyo por parte de instituciones.

#### **4.1.3.- Tiempo en que realizan la cosecha de las semillas**

Hubo diferencias entre comunidades para esta variable ( $p=0,0053$ ). Los pobladores de Pozo San Martín afirmaron que la cosecha se realiza siempre en el mes de junio (100%), mientras que en las otras comunidades señalaron que la hacen en los meses de julio a agosto. Probablemente, el estado fenológico de la especie se ve marcada por factores de lugar, mientras que en bajo Purús la cosecha se realiza mucho antes en junio, para el alto Purús y la cuenca del Curaja el estado de madurez y la cosecha se realiza poco después hacia los meses de julio y agosto.

#### **4.1.4.- Forma de garantizar una producción racional de las semillas**

Para esta variable se encontró diferencia entre comunidades ( $p=0,0403$ ). En Santa Margarita (67%) y Pozo San Martín (100%) se ve una marcada opinión sobre la forma de garantizar la producción racional, que es no cortando los árboles y escalar para la cosecha de los frutos. Por otra parte, en Nueva Luz (50%) mencionan los pobladores que resforestar y conservar los árboles semilleros serían las formas adecuadas en esta actividad. En las dos primeras comunidades se puede observar que han sido concientizados en la cosecha sostenible de las semillas, además la participación de instituciones ha contribuido de forma positiva en el aprovechamiento de los frutos sin repercutir en el ecosistema.

#### **4.1.5.- Aprovechamiento y beneficio de la cosecha de las semillas**

No existió diferencia para esta variable ( $p=0,3516$ ). Tanto en Nueva Luz como en Pozo San Martín las personas piensan que el principal actor que aprovecha y se beneficia de la actividad de la cosecha es la misma comunidad, mientras que en Santa Margarita la opinión es más dispersa y señalan a actores como ECOPURUS y CARE como beneficiarios del aprovechamiento de semillas.

Por otro lado, los pobladores de las tres comunidades mencionaron que cosechan las semillas anualmente ( $p=0,9429$ ), conocen la ubicación de 2 a 4 árboles de caoba en promedio en la comunidad ( $p=0,6371$ ), la distancia requerida para acceder a esos árboles es de 2 a 5 km ( $p=0,2534$ ) y en tiempo equivaldría entre 65 a 103 minutos ( $p=0,4053$ ). De acuerdo con el conocimiento de estos pobladores, el kilo de semillas se vende entre 300 a 400 soles equivalentes entre 107 a 143 dólares ( $p=0,0643$ ). Según información local, Pucallpa es el destino de las semillas después de cosechadas ( $p=0,0393$ ) (anexo 2). Con respecto a este punto se encontraron diferencias debido a que existieron opiniones muy variadas, ya que no conocen con exactitud el destino de las semillas.

En la figura 17 se aprecia que la variable ¿quién aprovecha las semillas? (personas capacitadas) fue la que tuvo mayor variación por su lejanía con las coordenadas del origen. Las comunidades guardan similitud con referencia a la época en que se cosechan las semillas, que es de mayo a julio, aunque los pobladores mencionaron que cada vez varía por los cambios en el clima. Para la cosecha de los frutos, por ejemplo, en Nueva Luz no emplean equipos pues los recogen directamente del suelo, mientras que hay mayor similitud con las comunidades de Santa Margarita y Pozo San Martín, que tienen prácticas distintas debido a que reciben apoyo de instituciones para desarrollar esta actividad.

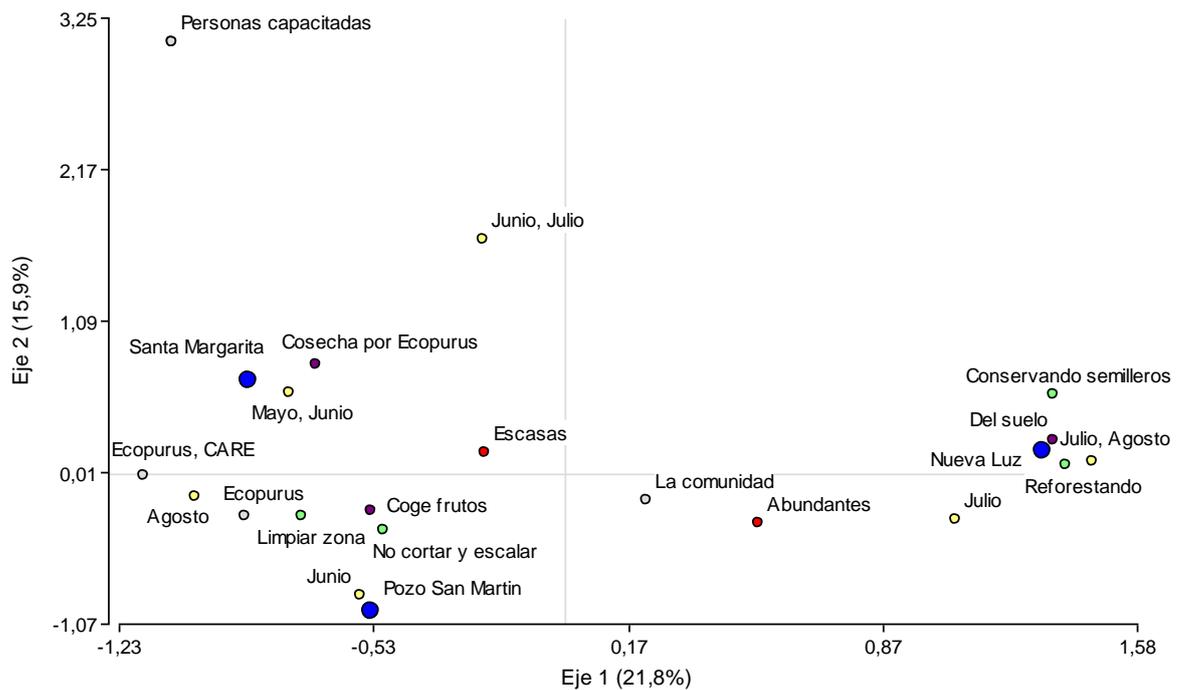


Figura 17. Análisis de correspondencia de las entrevistas sobre las características de la cosecha de las semillas realizadas por los pobladores de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Purús, Ucayali. Los círculos azules representan las comunidades, círculos de colores diferentes son las características de la cosecha.

#### 4.2.- Características de los frutos cosechados por comunidad y método de recolecta

Los frutos de caoba fueron cosechados entre los meses de junio a julio. Las características de los frutos se muestran en el Cuadro 8. Se encontró un mayor peso de fruto promedio de  $561,43 \pm D.E 122,16$  correspondiente a la cosecha del suelo, asimismo el mayor número de semillas promedio fue de  $53,13 \pm D.E 4,52$ , que correspondieron a la comunidad de Pozo San Martín (cuadro 8). En total se cosecharon 4274 g, que en conjunto sumaron 4575 semillas. En este estudio no se cuantificó el número de semillas subdesarrolladas debido al tiempo, pero en otras investigaciones como la de Niembro y Ramírez-García (2006), que evaluaron la calidad y cantidad de semillas de *Swietenia macrophylla* procedentes de una plantación en Campeche, encontraron un mínimo de 4 y un máximo de 51 semillas subdesarrolladas por fruto con una media de 18,2. De acuerdo con el coeficiente de variación (CV), comparativamente los frutos variaron más con respecto al peso del mismo (Pes F\_g) y de la semilla (Pes S\_g), mientras que fueron más homogéneos en cuanto al ancho (An\_cm) y largo (Lar\_cm).

En cuanto a la correlación de variables (anexo 3), tanto el largo como el ancho del fruto estuvieron correlacionadas ( $r=0,63$ ;  $p=0,0001$ ), debido a que los frutos al ser más largos, por lo general son más anchos. El largo ( $r=0,84$ ;  $p=0,0001$ ) y el ancho ( $r=0,82$ ;

$p=0,0001$ ) estuvieron correlacionados con el peso del fruto, ya que al tener más peso los frutos tienden a ser más grandes. Al analizar las mejores características de los frutos y semillas por comunidad (anexo 4), Pozo San Martín obtuvo una mayor longitud del fruto con 18,7 y ancho de 9,2 cm.

Entonces, en el análisis de las características fenotípicas la comunidad de Nueva Luz fue la que presentó las mejores, pero en cuanto a los frutos no se descarta que en la comunidad de Pozo San Martín se encuentren también buenos individuos, como se observa en estos resultados. En cuanto a las dimensiones del fruto, los resultados de este estudio difieren con los hallazgos de Gómez y Jasso (1995), que encontraron frutos de tamaños más pequeños en México, pero guardan similitud o se aproximan con el número promedio de semillas viables encontradas (Niembro 1995; Gómez y Jasso 1995; Niembro y Ramírez-García 2006).

La mayor cantidad de semillas encontradas en los frutos que poseen óptimas características se consideran importantes para los programas de mejoramiento genético porque permiten seleccionar aquellos individuos con mayor capacidad para la producción. Por otra parte, aunque una semilla tenga las condiciones necesarias para dar paso a una nueva planta, no garantiza su viabilidad, ya que puede perder la misma incluso antes de salir del fruto y afectar de esta manera la germinación (Niembro y Ramírez-García 2006).

Cuadro 8. Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín en Purús, Ucayali, Perú

<b>C_Indígena</b>	<b>Método</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Nueva Luz	Copa	Pes F_g	11	353,00	111,56	31,60	156,00	531,00
Nueva Luz	Copa	N_sem	11	48,82	6,03	12,35	38,00	57,00
Nueva Luz	Copa	Pes S_g	11	39,73	11,51	28,97	18,00	60,00
Nueva Luz	Lona	Pes F_g	9	426,67	154,73	36,26	172,00	593,00
Nueva Luz	Lona	N_sem	9	45,78	10,51	22,96	24,00	55,00
Nueva Luz	Lona	Pes S_g	9	44,44	14,60	32,86	20,00	60,00
Nueva Luz	Suelo	Pes F_g	10	394,60	116,79	29,60	189,00	533,00
Nueva Luz	Suelo	N_sem	10	47,20	5,79	12,26	34,00	53,00
Nueva Luz	Suelo	Pes S_g	10	42,00	10,27	24,46	24,00	57,00
Pozo San Martín	Copa	Pes F_g	11	557,73	97,78	17,53	395,00	725,00
Pozo San Martín	Copa	N_sem	11	50,91	6,92	13,59	39,00	61,00
Pozo San Martín	Copa	Pes S_g	11	52,09	11,00	21,11	39,00	78,00
Pozo San Martín	Lona	Pes F_g	8	492,50	85,82	17,42	380,00	630,00
Pozo San Martín	Lona	N_sem	8	53,13	4,52	8,50	48,00	59,00
Pozo San Martín	Lona	Pes S_g	8	50,00	7,50	15,00	42,00	62,00
Pozo San Martín	Suelo	Pes F_g	7	561,43	122,16	21,76	350,00	725,00
Pozo San Martín	Suelo	N_sem	7	46,43	9,54	20,54	30,00	57,00
Pozo San Martín	Suelo	Pes S_g	7	48,00	13,25	27,61	29,00	68,00

Santa Margarita	copa	Pes F_g	2	529,50	38,89	7,34	502,00	557,00
Santa Margarita	copa	N_sem	2	41,50	3,54	8,52	39,00	44,00
Santa Margarita	copa	Pes S_g	2	35,00	4,24	12,12	32,00	38,00
Santa Margarita	Copa	Pes F_g	13	462,77	179,94	38,88	173,00	823,00
Santa Margarita	Copa	N_sem	13	48,15	8,81	18,30	33,00	58,00
Santa Margarita	Copa	Pes S_g	13	42,31	11,53	27,25	21,00	70,00
Santa Margarita	Lona	Pes F_g	12	494,17	147,47	29,84	275,00	722,00
Santa Margarita	Lona	N_sem	12	46,67	6,91	14,80	35,00	57,00
Santa Margarita	Lona	Pes S_g	12	46,75	9,66	20,66	31,00	66,00
Santa Margarita	Suelo	Pes F_g	12	484,50	93,61	19,32	366,00	640,00
Santa Margarita	Suelo	N_sem	12	47,92	5,81	12,12	37,00	54,00
Santa Margarita	Suelo	Pes S_g	12	43,92	10,31	23,47	31,00	63,00

Leyenda: C\_indígena=Comunidad indígena, Lar\_cm=Longitud de los frutos (cm), An\_cm=Número de semillas, Pes F\_g=Peso de los frutos (g), Pes S\_g=Peso de las semillas (g), N\_sem=Número de semillas.

#### 4.3.- Distancias y tiempos de recorrido hasta los árboles semilleros de caoba

La distancia mínima promedio encontrada entre la comunidad de Pozo San Martín y los árboles de caoba fue de 2901 metros, esto indicaría que los remanentes no se encuentran distantes, mientras que la máxima distancia fue en Santa Margarita con 9224 metros (Cuadro 9). En cuanto al tiempo que requieren los pobladores para llegar a los árboles de caoba es variable, en Pozo San Martín se necesitó de tres horas, mientras que la comunidad de Santa Margarita de 10 horas aproximadamente. Entonces, mientras mayor sea la distancia, mayor será el tiempo para llegar a las caobas. Se encontró diferencia significativa entre comunidades con referencia a la distancia ( $P=0,0042$ ) y el tiempo ( $p=0,0036$ ), puesto que Santa Margarita resultó significativa en relación con las otras comunidades (anexo 5).

Cuadro 9. Distancias y tiempos de las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín necesarios para llegar a los semilleros de caoba

C_Indígena	Variable	N	Media	D.E.	E.E.	Mín	Máx
Nueva Luz	Dist_m	12	2973	1340,14	386,87	1007	4845
Nueva Luz	Min	12	198,42	95,07	27,44	60	340
Pozo San Martín	Dist_m	6	2901,17	357,09	145,78	2522	3367
Pozo San Martín	Min	6	196,5	27,05	11,04	165	232
Santa Margarita	Dist_m	10	9224,1	6988,38	2209,92	1701	16063
Santa Margarita	Min	10	648,3	494,07	156,24	110	1130

Leyenda: C\_indígena=Comunidad indígena, N= Número de individuos Dist\_m=Distancia en metros, Min=Tiempo en minutos

#### 4.4.- Germinación de las semillas utilizando los métodos de cosecha

El porcentaje promedio de germinación encontrado fue de 64%, con máximos y mínimos que variaron entre 78% y 34,7% (figura 18). En el análisis de germinación de las semillas no se encontró diferencia significativa entre los métodos de cosecha ( $p=0,5149$ ) (anexo 6), puesto que cosechar semillas de la copa del árbol, recogerlas del suelo y de las mallas, estadísticamente en términos de viabilidad significarían igual, pero al analizar desde otra perspectiva, en cuanto a la inversión requerida, tipo de cosecha y el tiempo, habría una diferencia, como se explicó en los procedimientos para la cosecha de las semillas.

Realizando un breve análisis de esto, cosechar frutos del suelo demandaría menor tiempo e inversión debido a que no se necesita subir un árbol y no requiere de mano de obra calificada y tampoco acondicionar lonas, sin embargo, en términos productivos resulta poco eficiente ya que la mayoría de las semillas están en la copas de los árboles y serán dispersadas por el viento. Por otra parte, la mayoría de los frutos que caen al suelo son afectados por animales (Clements 2000; Grogan 2001; DeMattia et al. 2004) o tienen signos de estar deteriorados por agentes patógenos, por lo que se recomienda recogerlos lo más pronto posible (Varela y Aparicio 2011). En cambio la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere de una inversión económica y tiempo, pero a la vez puede, de alguna manera, controlar la producción al disponer de los frutos necesarios que se requieran antes de que las semillas sean dispersadas. Además, los frutos no cosechados que quedan en las copas de los árboles se deben en gran parte a la dificultad para acceder a ellos ya sea por la herramienta de uso o por la ubicación de los mismos. En campo se observó que los frutos se dejan algunos en las copas para que luego las semillas sean dispersadas naturalmente.

Actualmente la forma en que se aprovechan las semillas en Purús es cosechando los frutos de la copa del árbol para la obtención de las semillas antes de que se encuentren en el proceso de dispersión, es la manera más práctica de cosecha y que con el apoyo instituciones como APECO y ECOPURUS se viene desarrollando en forma conjunta con las comunidades. Además se pueden obtener de este tipo de cosecha hasta un 90% de éxito germinativo (Lino 2014).

Se encontró diferencia entre el tipo de cosecha y la procedencia ( $F=52,88$ ;  $p<0,0001$ ) (figura 19); en general el porcentaje de germinación va ser mayor según la procedencia y el método a utilizar. Las semillas de comunidad Nueva Luz tuvieron igual porcentaje de germinación indistintamente del método de cosecha, en cambio en Santa Margarita tuvieron mayor porcentaje de germinación las que fueron colectadas en lona que las que fueron colectadas en la copa de los árboles. Para la comunidad de Pozo San Martín, el mayor porcentaje de germinación se encontró cuando las semillas fueron colectadas de la copa de los árboles.

Entonces, es probable que las semillas provenientes de frutos grandes con buenas características como las de Pozo San Martín se hayan visto afectadas por algún factor como variaciones climáticas que han influenciado en la viabilidad de las mismas, en

comparación con los frutos de árboles con fustes rectos, copas con buenos diámetros y emergentes, como los de Nueva Luz.

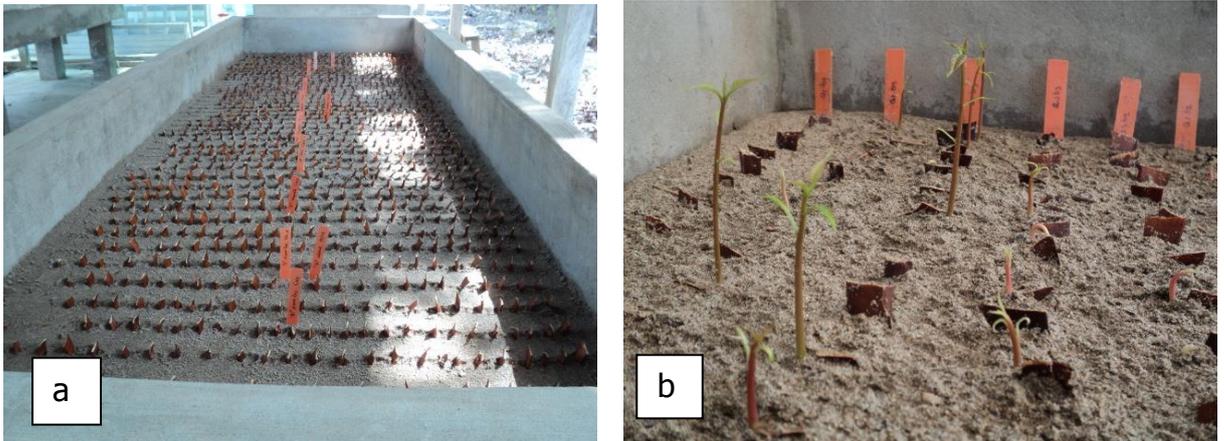


Figura 18. a. Siembra de las semillas de caoba por tratamiento. b. Germinación de las semillas en el vivero del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana en Pucallpa, Ucayali.

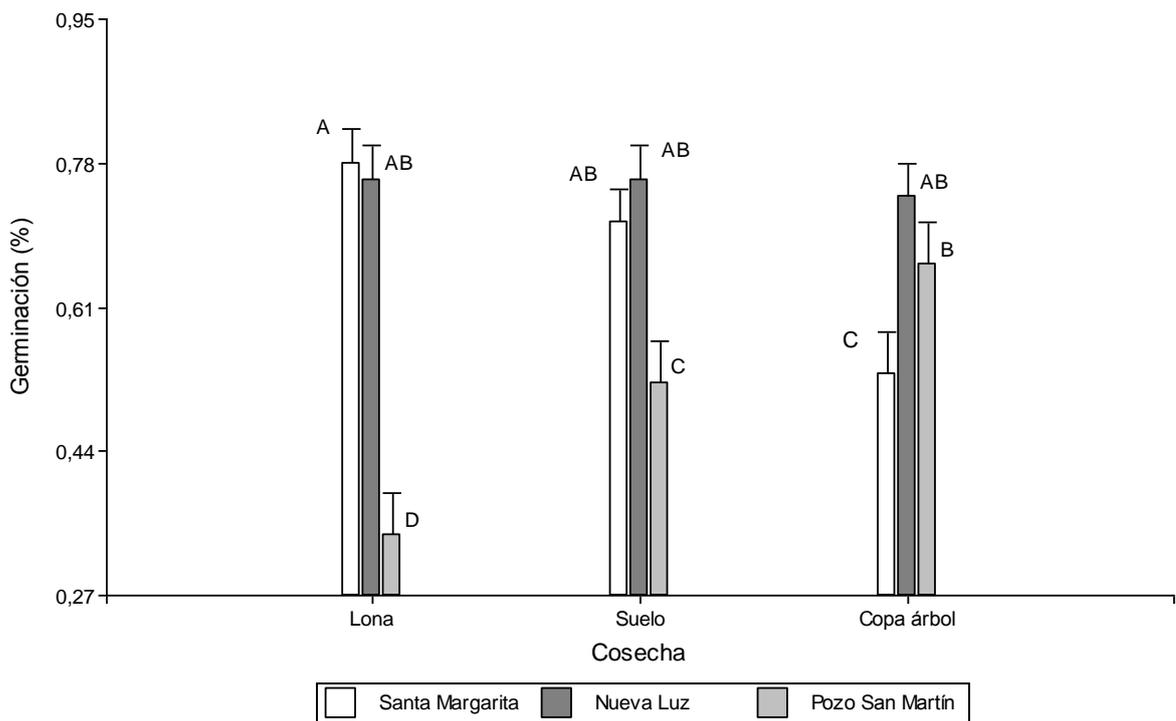


Figura 19. Porcentaje de semillas germinadas utilizando diferentes métodos de cosechas en tres comunidades del Purús. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

En cuanto a los días requeridos para la germinación, esta empezó a los 17 días y culminó a los 31 días. Se encontró diferencia entre tratamiento en cuanto a los días de germinación ( $p = 0,0001$ ) (anexo 7), se indica que los tratamientos inician la germinación a

los 17 días con pocas semillas, alcanzaron su máximo número entre los días 24 al 26 y terminan con unas pocas a los 31 días (figura 20,21). Esta diferencia se debe principalmente a la comunidad, al ser Pozo San Martín la que obtuvo porcentajes bajos de semillas germinadas. Este factor también puede estar relacionado con la estación de la época en que se llevó a cabo el experimento, influenciado por las condiciones de luz, temperatura e incluso con la composición del sustrato (Samaniego 1995; Acosta et al. 2012), que permitirán a la semilla la salida de una nueva planta.

Otros estudios coinciden con los parámetros señalados en el número de días, por ejemplo, Acosta-López et al. (2011), trabajando en un vivero en el estado de Chiapas, determinaron que las semillas del tratamiento testigo (del medio natural) a los 18 días tuvieron un 5% de germinación con un incremento considerable, 25% a los 24 días y culminó con un 65% a los 30 días de iniciado el experimento. Entre tanto, Cabrera (2006) al realizar estudios en Guatemala, menciona que encontró un porcentaje promedio de 88% iniciando a los 20 días y finalizando a los 37 días de realizada la prueba. Sin embargo, Acosta (2011) en un vivero de la región de Tabasco encontró una velocidad de germinación mayor con 60 días aproximadamente y un porcentaje de 23%, lo que quiere decir que cuanto mayor tiempo necesiten las semillas para germinar, menor será su viabilidad.

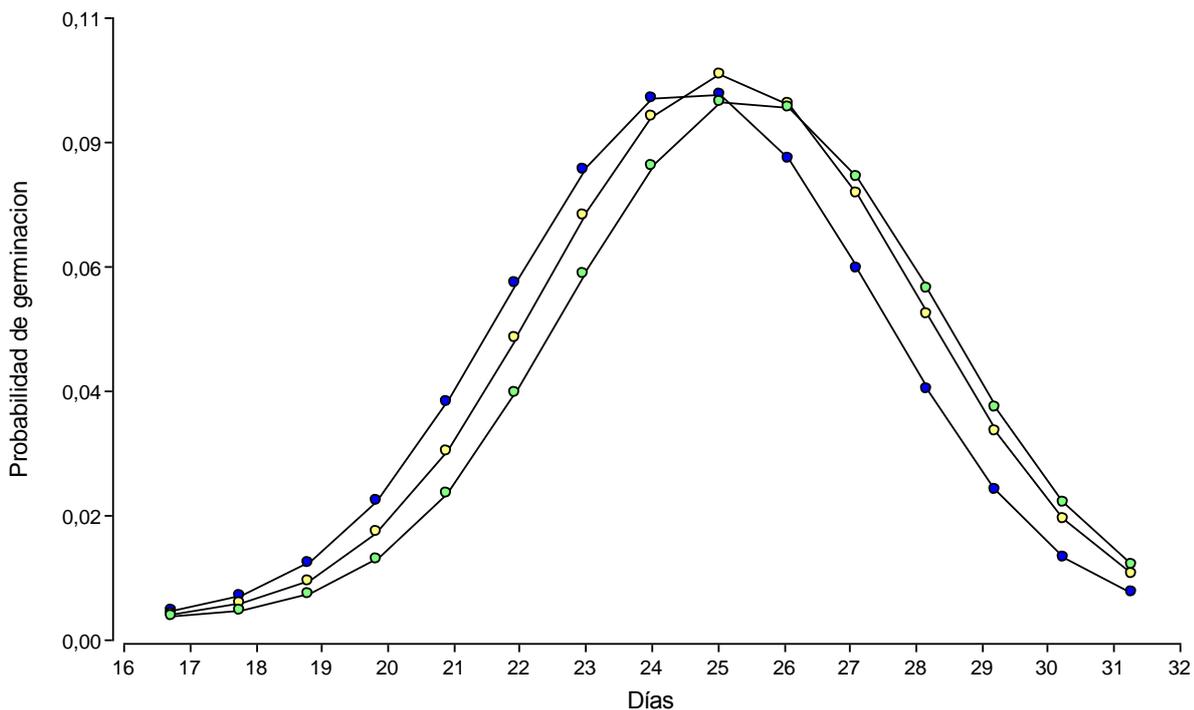


Figura 20. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por método de cosecha ( $p=0,0515$ ). Puntos de color azul pertenecen a la cosecha de la copa del árbol, Puntos de color amarillo pertenecen a la cosecha del suelo, Puntos de color verde pertenecen a la cosecha en lonas.

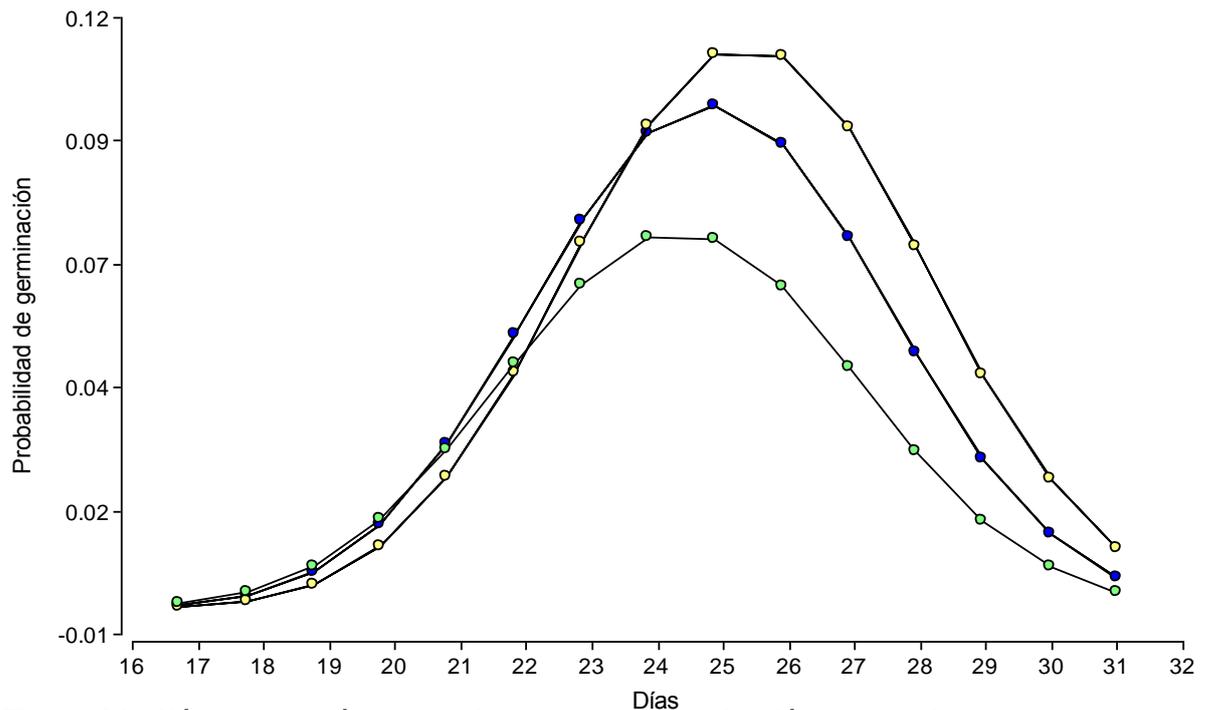


Figura 21. Número de días requeridos para la germinación de semillas de caoba por comunidad ( $p=0,0334$ ). Puntos de color azul pertenecen a la comunidad de Santa Margarita, Puntos de color amarillo pertenecen a la comunidad de Nueva Luz, Puntos de color verde a la comunidad de Pozo San Martín.

#### 4.5.- Estimación de beneficios de la cosecha de semillas con madera aserrada

Para la cosecha de las semillas, se consideraron los 11 árboles que fueron identificados en este estudio. Este número fue debido a la logística y el tiempo en que se desarrolló esta actividad. El promedio de cosecha fue de 2,27 kilos por árbol, lo que daría un total de 24,97 kilos. En la zona la venta de semillas es de 300 nuevos soles, entonces, representaría un ingreso de 7491 nuevos soles, equivalentes a \$2497 dólares. En cuanto a los egresos, el costo de los equipos para la cosecha fue estimado en 11000 nuevos soles (ver cuadro 7), y a esto le agregamos los salarios de las personas que participan, que fue de 4400 nuevos soles por año de cosecha. Esto daría como resultado que para el primer y segundo año el trabajo sería para recuperar el capital invertido, y es a partir del tercer año que la comunidad podría generar ingresos, estimados en 3091 nuevos soles equivalentes a \$1000 dólares. En un futuro, si los subidores adquieren mayor destreza, después de 4 o 5 años posiblemente se lograría cosechar un mayor número de semillas por árbol; si se lograra esto, y cosechar un mayor número de árboles, las utilidades se incrementarían. Para esta estimación económica aproximada, se considera como condiciones estables por un periodo de 98 años (Mori 2009), que es el tiempo que se necesitaría para recuperar el volumen extraído si los árboles estuvieran destinados a ser aprovechados.

Por otra parte, si los 11 árboles se destinaran al aprovechamiento de madera aserrada, primero se calcula el volumen, tomando como referencia el DAP promedio de los árboles que fue de 1,17 m y una altura comercial promedio de 13,82 m, resultaría un

volumen promedio de 9,66 m<sup>3</sup>, y el rendimiento promedio por árbol estimado sería de 2,102 m<sup>3</sup> (Kometer y Maravi 2007). Este rendimiento fue tomado de una tabla elaborada con base en una muestra de 255 árboles de caoba cuyo volumen resultó del DAP cuya madera aserrable fue considerada a nivel de unidad de manejo verificable en el bosque. En las comunidades de Purús se considera un pago de 0,80 nuevos soles por pie tablar aserrado (Mori 2009), entonces se tendría un ingreso promedio por árbol de 712 nuevos soles. Teniendo en cuenta los 11 árboles semilleros, el ingreso total por aprovecharlos sería igual a 7837,94 nuevos soles. A esto se descuenta el costo de un POA por m<sup>3</sup> estimado que sería de 5800 nuevos soles, lo que daría como resultado una utilidad de 2037,94 nuevos soles equivalentes a \$679 dólares, sin considerar el costo de equipo y mano de obra, que reduciría más la utilidad. Sin embargo, un aprovechamiento ilegal sin POA multiplicaría el beneficio económico drásticamente, por ello hay que poner énfasis en un control de madera eficiente. De igual manera, la rentabilidad económica podría subir mucho aplicando métodos de aprovechamiento que permiten mayor rendimiento de madera por árbol.

La alternativa de aprovechamiento de la madera posee una corta ventaja económica solo para el primer año, si lo comparamos con la cosecha de las semillas. Se necesitaría de 98 años para beneficiarse nuevamente de la madera, creciendo a 1,4 cm por año (Alvarado y Carpintero 2011) para obtener 1,40 m de DAP.

En el cuadro 10 se presenta algunas cifras para una estimación básica del potencial económico de cosecha de semillas en comparación con un aprovechamiento de madera. Es importante señalar que estas cifras aun no equivalen un cálculo de rendimiento económico exacto, porque se debería considerar la estructura total de costos como transporte, salarios para motosierristas, así como también otros intereses.

Cuadro 10. Comparación de los beneficios de la cosecha de semillas y el aprovechamiento de los árboles de caoba en Purús, Ucayali

<b>Cosecha de semillas</b>		<b>Aprovechamiento de madera</b>	
Cantidad de árboles	11	DAP ( $\bar{x}$ )	1,17 m
Promedio ( $\bar{x}$ )	2,27 Kg	Altura comercial ( $\bar{x}$ )	13,82 m
Total	24,97 Kg	Volumen total	9,66 m <sup>3</sup>
1 Kg en venta	300 Soles	Rendimiento por árbol ( $\bar{x}$ )	2,102 m <sup>3</sup>
Total	7491 Soles	Pie tablar	0,80 Soles
Total	2497 Dólares*	Total por árbol	712 Soles
<b>Egresos</b>		Cantidad de árboles	11
Equipos básicos (valor fijo)	11000 Soles	Total	7837,94 Soles
Salarios (valor anual)	4400 Soles	<b>Egresos</b>	
		Equipo básico motosierra, Salario	
		POA m <sup>3</sup>	5800 Soles
Utilidad	3091 soles	Utilidad	2037,94 Soles
Utilidad	1030 Dólares* <sup>2</sup>	Utilidad	679 Dólares* <sup>2</sup>

Leyenda: ( $\bar{x}$ )= Promedio, \* El tipo de cambio considerado a moneda extranjera es de 3 nuevos soles.<sup>2</sup> La utilidad de \$1030 dólares anuales resulta después de haber refinanciado la inversión en equipos básicos.

## 5.- CONCLUSIONES

Las distancias y los tiempos para encontrar árboles de caoba nos indican que los pobladores de las comunidades en Purús no necesitan realizar mayor esfuerzo para acceder a este recurso por la cercanía del mismo. Surge la necesidad de conocer mejores prácticas que permitan un aprovechamiento sostenible de las semillas, y esto también demuestra el grado de concientización para su conservación, situación que no se ha observado en otros lugares de la Amazonía Peruana.

La producción de frutos y semillas puede variar de año en año y dependerá probablemente de las condiciones ambientales, así como de las características de los individuos, como mayores diámetros y amplio desarrollo de sus copas. La cosecha de los frutos demandará mayor inversión tanto económica y en tiempo de acuerdo con el tipo de recolecta de las semillas, por ejemplo mano de obra calificada y el uso de equipos, puesto que en este estudio la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere mayor inversión, pero a la vez se puede disponer de la producción de frutos que sean necesarios. Los resultados indican que a largo plazo una cosecha de semillas también podría ser más rentable que un aprovechamiento de madera con métodos simples de

aprovechamiento, sin embargo aún hay que realizar estudios económicos más profundos y detallados.

Las semillas de árboles con parámetros fenotípicos buenos, con copas sobresalientes y fustes rectos pueden estar influenciados por la calidad del pool genético existente en la zona, que influye con frutos grandes y mayor número de semillas, características estas que a su vez repercuten en la germinación en comparación con aquellos individuos de características regulares a malas.

El porcentaje de germinación será mayor según la procedencia de las semillas y el método de cosecha a utilizar. Sin embargo, la cosecha de los frutos de la copa del árbol requiere de una mayor inversión económica y en tiempo, pero se dispone de la producción de los frutos necesarios y en el tiempo requerido, en comparación con los cosechados del suelo que son pocos y con presencia de agentes patógenos.

Los beneficios económicos de la cosecha de semillas de 11 árboles resultaron ser menores para los dos primeros años en que se empieza la actividad debido a la recuperación de capital invertido, pero a partir del tercer año la comunidad se beneficia con los ingresos. Esta situación podría mejorar con la cosecha de un mayor número de árboles y la experiencia en la cosecha de los frutos que puedan adquirir los pobladores. Los árboles en pie no solo benefician a los pobladores locales con la cosecha de las semillas, sino que también contribuyen a conservar el hábitat y los ecosistemas para el desarrollo de otras especies.

## **6.- RECOMENDACIONES**

Fortalecer capacidades y concientizar a las comunidades del Purús sobre las ventajas de conservar los árboles de caoba, para que ellos tomen la iniciativa de empoderarse sobre el proceso de comercialización de las semillas.

Realizar labores de limpieza de lianas y epifitas en los árboles semilleros para no tener dificultad al momento de escalar en la cosecha de las semillas.

Realizar observaciones climatológicas con respecto a la producción de frutos, puesto que se podría proyectar la cosecha en determinadas épocas del año.

Capacitar a los jóvenes de cada comunidad en la cosecha de las semillas, principalmente al escalar el árbol, puesto que contar con personas preparadas puede involucrarse y trabajar de una mejor manera para el beneficio de su localidad.

Continuar los ensayos de germinación de semillas evaluando otros parámetros como temperatura, humedad y tipo de sustrato, que nos permitan tener una idea más clara del comportamiento de las semillas.

Realizar otras estimaciones económicas referentes al beneficio que se pueda obtener del bosque, como precios de inversión, y el tiempo requerido de acuerdo con el objetivo del proyecto.

Determinar calendarios fenológicos y rutas para establecer un programa estructurado de cosecha de semillas.

Facilitar programas de certificación de las semillas para asegurar un buen producto y un mercado que beneficie a las comunidades.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-López, F. D.; Carolina Orantes-García, C.; Garrido-Ramírez, E.R. 2011. Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. *Lacandonia* 5(1): 13-20.
- ADAR-Asociación para el Desarrollo Amazónico Rural. 2001. Informe preliminar proyecto Purús, primera fase del proyecto de evaluación y asesoría medio ambiental. Puerto Esperanza. 500 p.
- Alvarado, P.E.; Carpintero, M.M. 2011. Comportamiento y manejo de *Swietenia macrophylla* King. y *Azadirachta indica* A. Juss en Zamorano, Honduras. Proyecto especial para el Grado Académico en Licenciatura. Carrera de Desarrollo Económico y Ambiente. Zamorano, Honduras. 48 p.
- Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 7 (1):115 – 123.
- Cabrera, I.E.O. 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* king.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *reko* standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Guatemala. 66 p.
- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen I. Turrialba, Costa Rica. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41). CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Cerdán, C. 2007. La Tala ilegal de caoba (*Swietenia macrophylla*) en la Amazonía Peruana y su comercialización al mercado exterior. AIDSESEP. Lima – Perú (en línea). Consultado 16 enero 2015. Disponible en [https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala\\_ilegal\\_de\\_caoba\\_en\\_peru\\_aidesep.pdf](https://laundryingmachine.files.wordpress.com/2012/04/tala_ilegal_de_caoba_en_peru_aidesep.pdf)
- Clements, T. 2000. Mahogany seed predation in two forest fragments in southern Pará, Brazil. Unpublished report. Oxford University. Oxford, UK. 22 p.

- DeMattia, E.A.D.; Curran, L.M.; Rathcke, B.J. 2004. Effects of small rodents and large mammals on neotropical seeds. *Ecology* 85(8):2161-2170.
- Gómez, T.J.; Jasso, M.J. 1955. Variación morfológica de frutos de *Swietenia macrophylla* King (caoba). *In* II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de Ponencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 11 p.
- Grogan, J.E. 2001. Bigleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in southeast Pará, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests. Ph.D. Thesis, Yale University School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT, USA. 422 p.
- IIAP. 2009. Evaluación económica de plantaciones de caoba, *Swietenia macrophylla*, en el departamento de San Martín. Avances económicos N 9. 41 p.
- INRENA-Instituto Nacional de Recursos Naturales. 1999. Reserva del Alto Purús, expediente técnico. Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- Kometter, R.; Maravi, Edgar. 2007. Tabla de conversión para el cálculo de volúmenes de madera aserrada – caoba (*Swietenia macrophylla*). The World Bank. 32 p.
- Leite-Pitman, R.; Pitman, N.; Alvarez, P. 2003. Alto Purús: Biodiversidad, Conservación y Manejo. *In* Leite-Pitman, R.; Pitman, N.; Alvarez, P. (eds.). Resumen Ejecutivo. Center for Tropical Conservation. Durham, North Carolina. 21 – 25 p.
- Lino, Z.K. 2014. Germinación de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King. en Purús, Ucayali, Perú (Entrevista). APECO. (E-mail: [karenaraceli@hotmail.com](mailto:karenaraceli@hotmail.com))
- Marmillod, D. 2007. Diagnóstico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
- Mori, J. 2009. Diagnóstico del estado poblacional de caoba en las zonas de amortiguamiento y de aprovechamiento directo de la Reserva Comunal de Purús. Informe Final de Consultoría. Pucallpa. 82 p.
- Navarro, C. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica Silvicultura-Genética. Centro Científico Tropical. PROARCA/CAPAS. 25 p.
- Niembro, R.A. 1995. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México. *In* Memorias del Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Rodolfo Salazar (editor técnico). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 249-263.

- Nolorbe T. R. 2008. Análisis comparativo de censos realizados en la cuenca del Purús y la cuenca del Callería, región Ucayali. Monografía para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú. 105 p.
- Norgrove, L.; Herrera. S. J. 2005. Manejando nuestras cochas. Fundación Gordon & Betty Moore, WWF, FECONAPU. Comunidad Indígena Laureano. Purús, Ucayali -Perú. 69 p.
- ONERN-Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales. 1980. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales en la zona Esperanza, Chandless, Yaco. Informe y mapas. Lima-Perú. 229 p.
- Quispe, A.; Tello, J. 2013. Estudio de mercado, producción y comercialización de semillas de caoba en el Purús (en línea). Consultado 15 enero 2015. Disponible en: [http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO\\_DE\\_PRODUCCION\\_COMERCIALIZACION\\_SEMILLAS\\_DE\\_CAOBA.pdf](http://www.tfcaperu.org/esp/ESTUDIO_DE_PRODUCCION_COMERCIALIZACION_SEMILLAS_DE_CAOBA.pdf)
- Reynel, R. C.; Pennington, T. D.; Pennington, R. 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. ICRAF. Lima, Perú. 509 p.
- Roncal, S. 2004. Plan general de manejo forestal (PGMF) y Plan Operativo Anual, de la comunidad Nativa de San Francisco de Pikiniki para permisos forestales con fines maderables. Pucallpa, Perú. 45 p.
- Robbins, A.M.J. 1996. Sistema de escalamiento de árboles forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Programa de Investigaciones. Proyecto de Semillas Forestales-PROSEFOR. Turrialba-Costa Rica. 75 p.
- Samaniego, J.A. 1995. Estandarización de técnicas para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. Tesis para obtener el grado de Magister en Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Tovar, A. 1998. Informe de viaje de campo, brigada Purús Ucayali. Lima, Perú. Centro de Datos para la Conservación. Universidad Nacional Agraria la Molina. 30 p.
- Wightman, K; Cornelius, J.; Ugarte, J. 2006. Plantemos madera, manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana. World Agroforestry Center, Pucallpa, Perú. 166 p.

## 8.- ANEXOS

### Anexo 1.- Encuesta para el esfuerzo de aprovechamiento de las semillas de caoba

Estimación del potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en cinco comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú

<b>Distrito:</b>	<b>Región:</b>	<b>Zona semillera:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Edad:</b>	<b>Hombre.....</b>	<b>Mujer.....</b>	

#### I. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO:

##### **1. Ocupación:**

- a). Estudiante
- b). Agricultor
- c). Ama de casa
- d). Comerciante.
- e). Otros.....

##### **2. Nivel de estudios**

- a). Sin estudios
- b). Primaria completa
- c). Primaria incompleta
- d). Secundaria completa
- e). Secundaria incompleta
- f). Superior

#### II. CONOCIMIENTO SOBRE LA ACTIVIDAD:

##### **2.1. Sobre las especies**

2.1.1. ¿Cuáles son las especies de las cuales cosechan las semillas?

2.1.2. ¿Cuántos árboles conoce?

2.1.3. ¿Conoce si las semillas y árboles productores mencionados por usted, son escasos o abundantes?

##### **2.2. Sobre la Caoba**

2.2.1. ¿Cuál es la distancia que necesita recorrer desde su hogar hasta el lugar de recolección de las semillas (horas/kilómetros)?

2.2.2. ¿Conoce y explique la forma de su aprovechamiento?

2.2.3. ¿Cada cuánto tiempo hace el aprovechamiento de semillas de caoba? O ¿En qué periodo lo hace?

##### **2.3. Sobre la comercialización**

2.3.1. ¿Sabe de una forma buena de garantizar la producción racional?

2.3.2. ¿Quién aprovecha y vende de cuál árbol?

2.3.3. ¿Si se vende las semillas de caoba, en dónde y cuál es el precio?

**Anexo 2.-** Resultados del análisis de contingencia para el esfuerzo de trabajo en la cosecha de los frutos de caoba

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Semillas\_son*

Comunidad	Escasas	Abundantes	Total
Santa Margarita	5	1	6
Nueva Luz	3	3	6
Pozo San Martín	4	1	5
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>17</b>

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Semillas\_son*

Comunidad	Escasas	Abundantes	Total
Santa Margarita	0,83	0,17	1,00
Nueva Luz	0,50	0,50	1,00
Pozo San Martín	0,80	0,20	1,00
<b>Total</b>	<b>0,71</b>	<b>0,29</b>	<b>1,00</b>

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	1,91	2	0,3852
Chi Cuadrado MV-G2	1,87	2	0,3929
Coef.Conting.Cramer	0,24		
Coef.Conting.Pearson	0,32		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Aprovechamiento*

Comunidad	Cosecha por Ecopurus	Coge frutos	Del suelo	Total
Santa Margarita	2	4	0	6
Nueva Luz	0	1	5	6
Pozo San Martín	0	5	0	5
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>17</b>

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Aprovechamiento*

Comunidad	Cosecha por Ecopurus	Coge frutos	Del suelo	Total
Santa Margarita	0,33	0,67	0,00	1,00
Nueva Luz	0,00	0,17	0,83	1,00
Pozo San Martín	0,00	1,00	0,00	1,00
<b>Total</b>	<b>0,12</b>	<b>0,59</b>	<b>0,29</b>	<b>1,00</b>

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	16,15	4	0,0028
Chi Cuadrado MV-G2	18,37	4	0,0010
Coef.Conting.Cramer	0,56		
Coef.Conting.Pearson	0,70		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Que tiempo*

Comunidad	Mayo, Junio	Junio	Junio, Julio	Agosto	Julio, Agosto	Julio	Total
Santa Margarita	1	1	2	2	0	0	6
Nueva Luz	0	0	1	0	4	1	6
Pozo San Martín	0	0	0	0	0	0	5
Total	1	6	3	2	4	1	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Que tiempo*

Comunidad	Mayo, Junio	Junio	Junio, Julio	Agosto	Julio, Agosto	Julio	Total
Santa Margarita	0,17	0,17	0,33	0,33	0,00	0,00	1,00
Nueva Luz	0,00	0,00	0,17	0,00	0,67	0,17	1,00
Pozo San Martín	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,06	0,35	0,18	0,12	0,24	0,06	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	25,03	10	0,0053
Chi Cuadrado MV-G2	28,01	10	0,0018
Coef.Conting.Cramer	0,70		
Coef.Conting.Pearson	0,77		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Forma garantizar*

Comunidad	No cortar y escalar	Limpiar zona	Capacitación	Conservando semilleros	Reforestando	Total
Santa Margarita	4	1	1	0	0	6
Nueva Luz	1	0	0	2	3	6
Pozo San Martín	5	0	0	0	0	5
Total	10	1	1	2	3	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas:Forma garantizar*

Comunidad	No cortar y escalar	Limpiar zona	Capacitación	Conservando semilleros	Reforestando	Total
Santa Margarita	0,67	0,17	0,17	0,00	0,00	1,00
Nueva Luz	0,17	0,00	0,00	0,33	0,50	1,00
Pozo San Martín	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,59	0,06	0,06	0,12	0,18	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	16,15	8	0,0403
Chi Cuadrado MV-G2	18,37	8	0,0186
Coef.Conting.Cramer	0,56		
Coef.Conting.Pearson	0,70		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Quien aprovecha*

Comunidad	La comunidad	Personas capacitados	Ecopurus, CARE	Ecopurus	Total
Santa Margarita	3	1	1	1	6
Nueva Luz	6	0	0	0	6
Pozo San Martín	5	0	0	0	5
Total	14	1	1	1	17

*Frecuencias relativas por filas*

*En columnas: Quien aprovecha*

Comunidad	La comunidad	Personas capacitados	Ecopurus, CARE	Ecopurus	Total
Santa Margarita	0,50	0,17	0,17	0,17	1,00
Nueva Luz	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Pozo San Martín	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Total	0,82	0,06	0,06	0,06	1,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	6,68	6	0,3516
Chi Cuadrado MV-G2	7,53	6	0,2749
Coef.Conting.Cramer	0,36		
Coef.Conting.Pearson	0,53		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Conoce aprovecha*

Localidad	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	Total
Nueva Luz	1	2	0	2	0	0	1	0	6
Pozo San Martín	0	1	0	2	0	1	0	1	5
Santa Margarita	0	2	1	1	1	0	0	1	6
Total	1	5	1	5	1	1	1	2	17

*Frecuencias relativas por filas (expresadas como porcentajes)*

*En columnas: Conoce aprovecha*

Localidad	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	Total
Nueva Luz	16,67	33,33	0,00	33,33	0,00	0,00	16,67	0,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	20,00	0,00	40,00	0,00	20,00	0,00	20,00	100,00
Santa Margarita	0,00	33,33	16,67	16,67	16,67	0,00	0,00	16,67	100,00
Total	5,88	29,41	5,88	29,41	5,88	5,88	5,88	11,76	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	11,62	14	0,6371
Chi Cuadrado MV-G2	13,36	14	0,4983
Coef.Conting.Cramer	0,48		
Coef.Conting.Pearson	0,64		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas: Distancia km*

Localidad	2,00	2,50	3,00	20,00	Total
Nueva Luz	3	0	2	1	6
Pozo San Martín	4	0	1	0	5
Santa Margarita	4	2	0	0	6
Total	11	2	3	1	17

*Frecuencias relativas por filas (expresadas como porcentajes)*

*En columnas: Distancia km*

Localidad	2,00	2,50	3,00	20,00	Total
Nueva Luz	50,00	0,00	33,33	16,67	100,00
Pozo San Martín	80,00	0,00	20,00	0,00	100,00
Santa Margarita	66,67	33,33	0,00	0,00	100,00
Total	64,71	11,76	17,65	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	7,80	6	0,2534
Chi Cuadrado MV-G2	9,43	6	0,1507
Coef.Conting.Cramer	0,39		
Coef.Conting.Pearson	0,56		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Tiempo\_min*

Localidad	1,00	45,00	60,00	90,00	120,00	180,00	240,00	Total
Nueva Luz	1	1	1	1	0	1	1	6
Pozo San Martín	0	0	4	0	1	0	0	5
Santa Margarita	0	2	3	0	1	0	0	6
Total	1	3	8	1	2	1	1	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Tiempo\_min*

Localidad	1,00	45,00	60,00	90,00	120,00	180,00	240,00	Total
Nueva Luz	16,67	16,67	16,67	16,67	0,00	16,67	16,67	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	80,00	0,00	20,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	33,33	50,00	0,00	16,67	0,00	0,00	100,00
Total	5,88	17,65	47,06	5,88	11,76	5,88	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	12,51	12	0,4053
Chi Cuadrado MV-G2	15,05	12	0,2386
Coef.Conting.Cramer	0,50		
Coef.Conting.Pearson	0,65		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Cada\_tiempo*

Localidad	Anual	Porcentaje
Nueva Luz	6	35,29
Pozo San Martín	5	29,41
Santa Margarita	6	35,29
Total	17	100,00

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Cada\_tiempo*

Localidad	Anual	Porcentaje
Nueva Luz	100,00	100,00
Pozo San Martín	100,00	100,00
Santa Margarita	100,00	100,00
Total	100,00	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	0,12	2	0,9429
Chi Cuadrado MV-G2	0,12	2	0,9417
Coef.Conting.Cramer	0,08		
Coef.Conting.Pearson	0,08		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Kilo\_S/.*

Localidad	0,00	45,00	50,00	80,00	300,00	350,00	400,00	Total
Nueva Luz	1	1	0	1	0	0	3	6
Pozo San Martín	0	0	1	0	4	0	0	5
Santa Margarita	0	0	0	0	5	1	0	6
Total	1	1	1	1	9	1	3	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Kilo\_S/.*

Localidad	0,00	45,00	50,00	80,00	300,00	350,00	400,00	Total
Nueva Luz	16,67	16,67	0,00	16,67	0,00	0,00	50,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	20,00	0,00	80,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	0,00	0,00	0,00	83,33	16,67	0,00	100,00
Total	5,88	5,88	5,88	5,88	52,94	5,88	17,65	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	20,15	12	0,0643
Chi Cuadrado MV-G2	24,87	12	0,0155
Coef.Conting.Cramer	0,63		
Coef.Conting.Pearson	0,74		

*Frecuencias absolutas*

*En columnas:Donde vende*

Localidad	Agricultura	Extranjero	Lima	No sabe	Pucallpa	P. Esperanza	RAMSA	Total
Nueva Luz	2	1	0	0	1	2	0	6
Pozo San Martín	0	0	0	2	3	0	0	5
Santa Margarita	0	0	2	3	0	0	1	6
Total	2	1	2	5	4	2	1	17

*Frecuencias relativas por filas(expresadas como porcentajes)*

*En columnas:Donde vende*

Localidad	Agricultura	Extranjero	Lima	No sabe	Pucallpa	P. Esperanza	RAMSA	Total
Nueva Luz	33,33	16,67	0,00	0,00	16,67	33,33	0,00	100,00
Pozo San Martín	0,00	0,00	0,00	40,00	60,00	0,00	0,00	100,00
Santa Margarita	0,00	0,00	33,33	50,00	0,00	0,00	16,67	100,00
Total	11,76	5,88	11,76	29,41	23,53	11,76	5,88	100,00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	21,85	12	0,0393
Chi Cuadrado MV-G2	26,00	12	0,0107
Coef.Conting.Cramer	0,65		
Coef.Conting.Pearson	0,75		

**Anexo 3.-** Correlación de las variables largo, ancho y peso de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
Lar_cm	Pes F_g	95	0,84 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
Pes F_g	An_cm	95	0,82 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
An_cm	Pes F_g	95	0,82 <0,0001

---

**Coefficientes de correlación**

*Correlación de Pearson*

<u>Variable(1)</u>	<u>Variable(2)</u>	<u>n</u>	<u>Pearsonp-valor</u>
An_cm	Lar_cm	95	0,63 <0,0001

---

**Anexo 4.-** Características de los frutos cosechados en las comunidades de Santa Margarita, Nueva Luz y Pozo San Martín, Ucayali, Perú

N_cos	C_indígena	Método	C_ar	C_fru	Lar_cm	An_cm	Pes F_g	Pes S_g	N_sem
1	Santa Margarita	Lona	Ca15	M1	18.00	11.00	667	47	57
2	Santa Margarita	Suelo	Ca15	M2	16.50	9.00	427	37	46
3	Santa Margarita	Copa	Ca15	M3	16.50	9.50	400	35	54
4	Santa Margarita	Copa	Ca15	M4	18.00	10.50	524	44	49
5	Santa Margarita	Copa	Ca15	M5	18.00	10.50	475	44	56
6	Santa Margarita	Lona	Ca5	M7	17.00	7.00	295	32	36
7	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M8	19.00	8.00	401	52	48
8	Santa Margarita	Copa	Ca5	M9	19.00	8.00	383	43	38
9	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M10	19.00	8.50	422	53	52
10	Santa Margarita	Lona	Ca5	M11	17.00	7.50	348	45	48
11	Santa Margarita	Copa	Ca5	M12	17.00	8.00	342	37	40
12	Santa Margarita	Suelo	Ca5	M13	19.50	8.00	386	37	37
13	Santa Margarita	Lona	Ca5	M14	16.00	7.50	275	46	52
14	Santa Margarita	Copa	Ca5	M15	15.50	6.50	276	29	33
15	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M32	19.00	10.00	640	49	54
16	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M33	16.50	9.00	450	41	54
17	Santa Margarita	copa	Ca19	M34	17.50	10.00	502	32	44
18	Santa Margarita	Lona	Ca19	M35	19.00	10.50	722	44	41
19	Santa Margarita	copa	Ca19	M36	18.00	10.00	557	38	39
20	Santa Margarita	Lona	Ca19	M37	16.00	8.50	376	31	35
21	Santa Margarita	Copa	Ca19	M38	19.00	11.00	823	51	55
22	Santa Margarita	Copa	Ca19	M39	18.00	11.00	638	43	53
23	Santa Margarita	Suelo	Ca19	M40	18.00	11.00	636	40	42
24	Santa Margarita	Lona	Ca19	M41	19.00	11.00	646	43	46
25	Santa Margarita	Lona	Ca14	M42	18.00	10.00	572	66	45
26	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M43	17.50	9.00	542	63	51
27	Santa Margarita	Copa	Ca14	M44	17.00	10.00	494	42	34
28	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M45	17.00	10.00	487	33	39
29	Santa Margarita	Copa	Ca14	M46	19.00	10.00	721	70	54
30	Santa Margarita	Lona	Ca14	M47	17.00	10.00	514	50	52
31	Santa Margarita	Suelo	Ca14	M48	15.00	9.00	366	31	52
32	Santa Margarita	Lona	Ca14	M49	19.00	10.00	536	47	45
33	Santa Margarita	Copa	Ca14	M50	11.00	7.00	173	21	54
34	Santa Margarita	Copa	Ca14	M51	16.00	9.00	394	43	58
35	Santa Margarita	Suelo	Ca16	M52	21.00	10.00	567	56	48
36	Santa Margarita	Copa	Ca16	M52	17.50	8.50	373	48	48
37	Santa Margarita	Lona	Ca16	M52	21.00	9.00	529	58	55

38	Santa Margarita	Suelo	Ca16	M52	18.00	9.00	490	35	52
39	Santa Margarita	Lona	Ca16	M52	16.00	8.00	450	52	48
40	Nueva Luz	Lona	Ca13	N1	16.00	9.00	409	39	55
41	Nueva Luz	Lona	Ca13	N2	15.00	8.50	310	35	45
42	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N3	14.00	7.50	262	30	41
43	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N4	17.50	9.00	477	51	53
44	Nueva Luz	Copa	Ca13	N5	12.50	7.50	232	28	49
45	Nueva Luz	Copa	Ca13	N6	14.00	8.50	281	33	49
46	Nueva Luz	Suelo	Ca13	N7	16.50	9.00	422	43	51
47	Nueva Luz	Suelo	Ca9	N8	13.00	7.00	189	24	34
48	Nueva Luz	Lona	Ca9	N9	11.50	6.50	172	20	24
49	Nueva Luz	Copa	Ca9	N10	14.00	7.50	260	34	44
50	Nueva Luz	Copa	Ca9	N11	15.00	8.50	337	41	51
51	Nueva Luz	Copa	Ca9	N12	11.50	6.50	156	18	38
52	Nueva Luz	Suelo	Ca9	N13	15.00	7.50	291	37	51
53	Nueva Luz	Lona	Ca9	N14	17.00	9.00	418	52	55
54	Nueva Luz	Lona	Ca18	N16	19.00	9.50	579	58	51
55	Nueva Luz	Copa	Ca18	N17	17.50	9.00	436	47	49
56	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N18	17.50	9.00	466	46	49
57	Nueva Luz	Lona	Ca18	N19	19.00	10.00	593	60	54
58	Nueva Luz	Lona	Ca18	N20	19.00	9.50	540	54	46
59	Nueva Luz	Copa	Ca18	N21	15.00	8.50	359	37	41
60	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N22	15.00	8.50	334	35	49
61	Nueva Luz	Lona	Ca18	N23	19.00	9.00	565	55	48
62	Nueva Luz	Copa	Ca18	N24	17.00	9.00	445	44	48
63	Nueva Luz	Copa	Ca18	N25	18.00	9.50	531	60	56
64	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N26	19.00	9.50	533	57	51
65	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N27	18.00	8.50	484	49	48
66	Nueva Luz	Copa	Ca18	N28	16.00	8.00	418	44	55
67	Nueva Luz	Copa	Ca18	N29	17.00	9.00	428	51	57
68	Nueva Luz	Suelo	Ca18	N30	17.50	9.00	488	48	45
69	Nueva Luz	Lona	Ca18	N31	14.00	7.00	254	27	34
70	Pozo San Martín	Suelo	Ca1	P1	22.00	9.00	725	52	52
71	Pozo San Martín	Lona	Ca1	P2	18.00	8.00	500	49	54
72	Pozo San Martín	Lona	Ca1	P3	17.00	7.50	380	42	49
73	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P4	20.00	9.00	520	39	40
74	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P5	22.00	9.50	725	52	55
75	Pozo San Martín	Copa	Ca1	P6	20.00	8.50	640	46	56
76	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P7	18.00	9.00	530	44	59
77	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P8	19.00	9.50	630	62	59
78	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P9	18.00	9.00	500	29	30
79	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P10	17.50	9.00	500	42	41

80	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P11	19.00	9.50	590	59	61
81	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P12	18.00	9.00	500	58	55
82	Pozo San Martín	Suelo	Ca2	P13	16.00	8.00	350	36	43
83	Pozo San Martín	Lona	Ca2	P14	18.00	9.00	400	46	56
84	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P15	17.50	9.50	495	43	45
85	Pozo San Martín	Copa	Ca2	P16	18.50	9.50	395	47	53
86	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P17	18.50	9.00	500	59	48
87	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P18	19.50	10.00	630	68	56
88	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P19	20.00	9.50	680	78	51
89	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P20	18.00	10.50	490	42	39
90	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P21	19.00	10.00	570	44	49
91	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P22	19.00	10.00	595	52	46
92	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P23	18.00	9.50	500	51	55
93	Pozo San Martín	Copa	Ca7	P24	19.50	9.50	600	58	50
94	Pozo San Martín	Suelo	Ca7	P25	20.00	10.00	630	57	57
95	Pozo San Martín	Lona	Ca7	P26	17.00	9.00	430	54	51

Leyenda: N\_cos=Número de cosecha, C\_indígena=Comunidad indígena, C\_ar=Código de árbol, C\_fru=Código de fruto, Lar\_cm=Longitud de los frutos (cm), An\_cm número de semillas, Pes F\_g=Peso de los frutos (g), Pes S\_g=Peso de las semillas (g), N\_sem=Número de semillas.

## **Anexo 5.-** Análisis de varianza de las variables distancia y tiempo de las comunidades hacia los árboles de caoba

### **Análisis de la varianza**

#### **Distancia**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dist m	28	0,36	0,30	82,64

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	253153243,70	2	126576621,85	6,88	0,0042
C_Indígena	253153243,70	2	126576621,85	6,88	0,0042
Error	459929867,73	25	18397194,71		
Total	713083111,43	27			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4267,11239**

*Error: 18397194,7093 gl: 25*

C Indígena	Medias	n	E.E.	
Pozo San Martín	2901,17	6	1751,06	A
Nueva Luz	2973,00	12	1238,18	A
Santa Margarita	9224,10	10	1356,36	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

## Tiempo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Min	28	0,36	0,31	84,56

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1304823,59	2	652411,80	7,09	0,0036
C_Indígena	1304823,59	2	652411,80	7,09	0,0036
Error	2300008,52	25	92000,34		
Total	3604832,11	27			

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=301,75397**

*Error: 92000,3407 gl: 25*

C Indígena	Medias	n	E.E.	
Pozo San Martín	196,50	6	123,83	A
Nueva Luz	198,42	12	87,56	A
Santa Margarita	648,30	10	95,92	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

## Anexo 6.- Modelos lineales generalizados mixtos para los métodos de cosecha de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g08_N.Semillas_ML <- glmer(cbind(N.Semillas
,as.numeric(as.character(Columna1))-
N.Semillas)~1+Cosecha+localidad+Cosecha:localidad+(1|Bloque)+(1|localidad)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data08)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g08\_N.Semillas\_ML

*Variable dependiente: N.Semillas*

#### General

Familia Enlace nAGQ

Binomial logit 1

### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
54	340.93	362.81	-159.47	318.93

AIC y BIC menores implica mejor

### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Cosecha	1.33	2	0.5149
localidad	10.48	2	0.0053
Cosecha:localidad	52.88	4	<0.0001

### Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	0.11	0.20	0.53	0.5989
Cosechaa2	0.79	0.25	3.22	0.0013
Cosechaa3	1.18	0.26	4.57	<0.0001
localidadb2	0.96	0.25	3.83	0.0001
localidadb3	0.57	0.24	2.37	0.0179
Cosechaa2:localidadb2	-0.68	0.36	-1.87	0.0618
Cosechaa3:localidadb2	-1.11	0.37	-2.98	0.0029
Cosechaa2:localidadb3	-1.38	0.34	-4.03	0.0001
Cosechaa3:localidadb3	-2.51	0.36	-7.02	<0.0001

### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque	(Intercept)	0.09	0.29
localidad	(Intercept)	3.8E-10	1.9E-05

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Cosecha	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
a2	0.72	0.16	0.67	0.04	A
a1	0.62	0.16	0.65	0.04	A
a3	0.59	0.16	0.64	0.04	A

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

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para localidad

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
b2	1.13	0.16	0.76	0.03	A
b1	0.76	0.16	0.68	0.03	B
b3	0.04	0.16	0.51	0.04	C

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

### N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha\*localidad

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Cosecha	localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
a3	b1	1.29	0.23	0.78	0.04	A
a2	b2	1.17	0.23	0.76	0.04	A B
a3	b2	1.14	0.23	0.76	0.04	A B
a1	b2	1.07	0.22	0.74	0.04	A B
a2	b1	0.90	0.22	0.71	0.04	A B
a1	b3	0.68	0.21	0.66	0.05	B
a1	b1	0.11	0.20	0.53	0.05	C
a2	b3	0.08	0.20	0.52	0.05	C
a3	b3	-0.65	0.21	0.34	0.05	D

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

**Anexo 7.-** Modelos lineales generalizados mixtos para número de días requeridos en la germinación de semillas

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g05_N.Semillas_ML<-glmer(cbind(N.Semillas
,as.numeric(as.character(Columna1))-
N.Semillas)~1+Cosecha+localidad+N.Dias+Cosecha:localidad+Cosecha:N.Dias+localidad:N.Dias+Cose
cha:localidad:N.Dias+(1|Bloque_localidad)
,family=myFamily
,na.action=na.omit
,REML=F
,AGQ=1
,data=R.data05)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g05\_N.Semillas\_ML

Variable dependiente: N.Semillas

## General

Familia Enlace nAGQ  
binomial logit 1

## Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
810	2672,41	2761,65	-1317,20	2634,41

*AIC y BIC menores implica mejor*

## Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Cosecha	0,46	2	0,7928
localidad	11,39	2	0,0034
N.Dias	47,76	1	<0,0001
Cosecha:localidad	23,26	4	0,0001
Cosecha:N.Dias	5,93	2	0,0515
localidad:N.Dias	6,80	2	0,0334
Cosecha:localidad:N.Dias	1,63	4	0,8042

## Efectos fijos

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-3,97	0,66	-5,99	<0,0001
Cosechaa2	-0,46	0,89	-0,52	0,6009
Cosechaa3	-0,42	0,87	-0,48	0,6329
localidadb2	-0,35	0,88	-0,40	0,6892
localidadb3	0,75	0,88	0,85	0,3966
N.Dias	0,03	0,03	1,01	0,3147
Cosechaa2:localidadb2	-0,47	1,22	-0,38	0,7028
Cosechaa3:localidadb2	-0,64	1,21	-0,53	0,5958
Cosechaa2:localidadb3	-0,04	1,25	-0,03	0,9726
Cosechaa3:localidadb3	-2,11	1,36	-1,56	0,1199
Cosechaa2:N.Dias	0,03	0,04	0,88	0,3787
Cosechaa3:N.Dias	0,03	0,03	0,96	0,3362
localidadb2:N.Dias	0,03	0,04	0,82	0,4139
localidadb3:N.Dias	-0,02	0,04	-0,59	0,5542
Cosechaa2:localidadb2:N.Di..	0,01	0,05	0,14	0,8883
Cosechaa3:localidadb2:N.Di..	0,01	0,05	0,19	0,8476
Cosechaa2:localidadb3:N.Di..	-0,02	0,05	-0,41	0,6841
Cosechaa3:localidadb3:N.Di..	0,04	0,05	0,78	0,4375

## Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Bloque localidad	(Intercept)	0,01	0,10

**N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Cosecha	PredLin	E.E.	Media	E.E.
a2	-3,13	0,07	0,04	2,7E-03 A
a1	-3,13	0,07	0,04	2,6E-03 A
a3	-3,26	0,07	0,04	2,6E-03 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para localidad***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.
b2	-3,01	0,07	0,05	3,2E-03 A
b1	-3,10	0,07	0,04	3,0E-03 A
b3	-3,41	0,08	0,03	2,6E-03 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***N.Semillas - Medias ajustadas y errores estándares para Cosecha\*localidad***Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0**LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Cosecha	localidad	PredLin	E.E.	Media	E.E.			
a3	b1	-2,94	0,11	0,05	0,01	A		
a1	b2	-2,99	0,11	0,05	4,9E-03	A		
a2	b2	-3,01	0,11	0,05	5,0E-03	A	B	
a3	b2	-3,02	0,11	0,05	4,9E-03	A	B	C
a2	b1	-3,04	0,11	0,05	4,8E-03	A	B	C
a1	b3	-3,08	0,11	0,04	4,6E-03	A	B	C
a1	b1	-3,32	0,12	0,03	4,1E-03		B	C
a2	b3	-3,33	0,12	0,03	4,1E-03			C
a3	b3	-3,81	0,15	0,02	3,3E-03			D

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

