



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

INVESTIGACIÓN DE LA FENOLOGÍA Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LOS RODALES FORESTALES EN EL CANTÓN SAN PABLO DE CARANAVI



PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS
DEL IMPUESTO DIRECTO A LOS
HIDROCARBUROS
(IDH)

EL ALTO - BOLIVIA
2022



“INVESTIGACIÓN DE LA FENOLOGÍA Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LOS RODALES FORESTALES EN EL CANTÓN SAN PABLO DE CARANAVI”

**PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS DEL IMPUESTO
DIRECTO A LOS HIDROCARBUROS
(IDH)**

**EL ALTO – BOLIVIA
2022**

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

M.Sc. Carlos Condori Titirico

RECTOR

Ph.D. Efraín Chambi Vargas

VICERRECTOR

Ph. D. Antonio López Andrade

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Laoreano Coronel Quispe

DECANO DE ÁREA

Ing. Daniel Condori Guarachi

DIRECTOR DE CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Ing. Edwin Guarachi Laura

CÓORDINADOR INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSTGRADO

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

M.Sc. Windson July Martínez

Univ. Roxana Chambi García

Univ. Cesar Marcelo Chino Rodrigo

COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA

Ing.. Irineo Apaza Villalobos

Ing. Virginia Chalco

Ing. Sandro Bladimir Blaz Flores

COMITÉ DE REVISIÓN ESTILO Y FORMA

M.Sc. Pedro Mamani Mamani

Ing. Vicky Ruth Villca Calle

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

DEPOSITO LEGAL: 4-1-500-2022 P.O.

EDITORIAL: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSTGRADO

IMPRENTA: Crea print

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza Teléfono: 2840040

Web: <https://upea.bo/> Diciembre, 2022

El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

La Universidad Pública de El Alto “UPEA”, institución de formación académica y recursos humano sobre todo del conocimiento como factor de desarrollo, se encuentran en el centro del análisis ya que, es importante el capital humano con conocimientos técnicos y científicos, como apoyo al desarrollo del país, que mediante la investigación puede acelerar los procesos de crecimiento y desarrollo tecnológico.

Ante la necesidad de impulsar el desarrollo tecnológico agrícola, la Carrera de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Pública de El Alto, institución encargado de promover innovaciones tecnológicas, al servicio de la sociedad, buscando el bienestar de las familias bolivianas, en este contexto el presente trabajo de investigación ayudará de sobre manera a los productores locales del Cantón San Pablo para que puedan identificar sus especies forestales y aprovecharlos de manera sostenible y que puedan utilizarlos en Sistemas Agroforestales Sostenibles y amigables con el medio ambiente, de esta manera la UPEA viene contribuyendo al desarrollo del país y cumpliendo los objetivos de interacción social con las comunidades.

La Carrera de Ingeniería Agronómica cumple la función de generar ciencia y conocimiento mediante distintas líneas de investigación, en la cual el presente trabajo de investigación está relacionado con la Conservación del medio ambiente y la biodiversidad, con los resultados del proyecto de investigación, posteriormente se puede orientar a una investigación a nivel industrial para mayores volúmenes, para la aplicación en los cultivos extensivos.

Ing. Edwin Guarachi Laura
COORDINADOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSTGRADO

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Agradecimientos a la Universidad Pública de El Alto (UPEA), por el apoyo económico mediante el financiamiento del Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH) para la ejecución del presente proyecto de investigación gestionado por la Carrera de Ingeniería Agronómica.

A la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICyT) de la Universidad Pública de El Alto, por todo el seguimiento administrativo y financiero en el desarrollo del proyecto de investigación.

A las autoridades de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la (UPEA) Director de Carrera Ing. Daniel Condori Guarachi y al Coordinador del Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IINEAP) Ing. Edwin Guarachi Laura, por coadyuvar en el seguimiento, culminación y cierre del proyecto de investigación.

Al cantón de San Pablo – Municipio de Caranavi, del Departamento de La Paz, sede de la Carrera de Ingeniería Agronómica, por permitir y apoyar la realización del proyecto de investigación.

A la población estudiantil de la Carrera de Ingeniería Agronómica, en especial a los estudiantes de la sede académica de San Pablo, por el apoyo en las labores de mantenimiento del vivero agroforestal fruto de este proyecto.

Muchas gracias.

M.Sc. Windson July Martínez
INVESTIGADOR PRINCIPAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSTGRADO

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Caracterización del problema.....	3
1.2.2. Delimitación del problema.....	4
1.3. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5. LA JUSTIFICACIÓN	5
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. EL POTENCIAL FORESTAL EN LOS BOSQUES DE BOLIVIA	7
2.2. DEFINICIÓN DE ESPECIE	9
2.3. CONCEPTO DE SILVICULTURA	9
2.4 AGRICULTURA CON SILVICULTURA	10
2.5. DENDROLOGÍA.....	10
2.6. DEFINICIÓN DE SISTEMA Y ELEMENTOS.....	10
2.7. DENDROLOGÍA.....	11
2.7.1. Árbol.....	12
2.7.2. Tronco o fuste.....	12
2.7.3. Copa.....	12
2.7.4. Corteza	12
2.7.5. Corteza Muerta	13
2.7.6. Corteza Viva.....	14
2.7.7. Exudaciones de la corteza viva.....	14
2.7.8. Duramen.....	14
2.8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA	14
2.8.1. Color.....	14
2.8.2. Olor.....	14
2.8.3. Sabor.....	15
2.8.4. Lustre o brillo	15
2.8.5. Grano	15

2.8.6. Textura	16
2.8.7. Veteado	16
2.8.8. Duramen y Peso	16
2.9. MORFOLOGÍA DE LA HOJA Y FRUTO	16
2.9.1. Hojas	16
2.9.2. Hojas simples	17
2.9.3. Hojas compuestas	17
2.9.4. Filodios	17
2.9.5. Posición de las hojas	17
2.9.6. Forma de la lámina de la hoja	17
2.9.7. Inflorescencia	18
2.9.8. Flor	18
2.9.9. Fruto	18
2.10. IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES	19
2.10.1. Ciclo vital de los árboles	19
CAPITULO III	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	21
3.2. ALCANCE ESPACIAL	21
3.3. ALCANCE TEMPORAL	21
3.4. UNIVERSO Y MUESTRA	21
3.4.1. Universo	21
3.4.2. Muestra	22
3.5. METODOLOGÍA POR COMPONENTE DE ESTUDIO	22
3.5.1. Componente 1: Identificación y caracterización de rodales semilleros	22
3.5.2. Componente 2: Determinación de la fenología de reproducción de los rodales semilleros presentes en el bosque	24
3.5.3. Componente 3. Evaluación de la capacidad reproductiva de las semillas a nivel de laboratorio con base a normas de ISTA y en el campo (vivero agroforestal de cantón San Pablo)	25
3.5.4. Componente 4. Implementación de un vivero agroforestal de producción permanente	26
3.5.5. Componente 5. Difusión de resultados sobre el estudio fenológico y potencial productivo de rodales semilleros.	27
CAPITULO IV	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1	28
4.1.1. Producto esperado Objetivo específico 1	28
4.1.2. Resultados Objetivo 1.	28

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	29
4.2.1. Productos esperados del Objetivo específico 2.....	29
4.2.2. Resultados Objetivo 2.....	29
4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	30
5.3.1. Productos esperados del Objetivo específico 3.....	30
4.3.2. Resultados Objetivo 3.....	30
4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....	31
4.4.1. Productos esperados del Objetivo específico 4.....	31
4.4.2. Resultados Objetivo 4.....	31
4.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.....	32
4.5.1. Productos esperados del Objetivo específico 5.....	32
4.5.2. Resultados Objetivo 5.....	32
4.6. RESULTADOS FENOLÓGICOS DE ESPECIES FORESTALES.....	32
4.6.1. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES.....	32
LAUREL (<i>Cordia sp.</i>).....	33
MARA (<i>Swietenia macrophylla King</i>).....	35
NOGAL (<i>Juglans boliviana</i>).....	37
TOCO COLORADO (<i>Parkia pendula</i>).....	40
HUASICUCHO (<i>Centrolobium ochroxilum Rose ex Rudd</i>).....	42
CEDRO BLANCO (<i>Cedrela fissilis Vell.</i>).....	45
ROBLE (<i>Amburana cearensis (Allemão) A. C. Smith</i>).....	47
TOCO BLANCO (<i>Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong</i>).....	49
VERDOLAGO AMARILLO (<i>Terminalia oblonga (Ruiz & Pavón) Steudel</i>).....	51
ISIGO (<i>Tetragastris altissima (Aubl.) Swart.</i>).....	53
CEIBO (<i>Erythrina poeppigiana</i>).....	55
CAPITULO V.....	59
5. CONCLUSIONES.....	59
CAPITULO VI.....	60
6. RECOMENDACIONES.....	60
7. BIBLIOGRAFÍA.....	61
8. ANEXOS.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Escala de valores Furnier</i>	24
Tabla 2. <i>Rodales de especies forestales cantón San Pablo</i>	28
Tabla 3. <i>Resultados de la evaluación objetivo 2 del proyecto</i>	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Semilla forestal colectada en el cantón San Pablo</i>	30
Figura 2. <i>Fases de la construcción del vivero agroforestal San Pablo</i>	31
Figura 3. <i>Características del LAUREL (Cordia sp.)</i>	34
Figura 4. <i>Características de la MARA (Swietenia macrophylla)</i>	36
Figura 5. <i>Características del NOGAL (Juglans boliviana)</i>	39
Figura 6. <i>Características del TOCO COLORADO (Parkia pendula)</i>	41
Figura 7. <i>Características del HUASICUCHO (Centrolobium ochroxilum)</i>	44
Figura 8. <i>Características CEDRO BLANCO (Cedrela fissilis Vell.)</i>	46
Figura 9. <i>Características ROBLE (Amburana cearensis)</i>	48
Figura 10. <i>Características TOCO (Enterolobium contortisiliquum)</i>	50
Figura 11. <i>Características VERDOLAGO AMARILLO (Terminalia oblonga)</i>	52
Figura 12. <i>Características ISIGO (Tetragastris altissima)</i>	54
Figura 13. <i>Características CEIBO (Erythrina poeppigiana)</i>	56
Figura 14. <i>Características FLOR DE MAYO (Ceiba cf. Speciosa)</i>	58

CAPITULO I

1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Bolivia, se constituye como uno de los países con más diversidad de plantas en Latinoamérica, por las estribaciones altitudinales que hacen la formación de pisos ecológicos y los diferentes tipos de bosques desde los más secos hasta los más húmedos (Bosque Amazónico) (Beck et al., 1993, Navarro 1997). Recursos naturales de bosque con gran potencial forestal, para desarrollar actividades sostenibles.

La demanda de madera proveniente de especies forestales se ha incrementado por el aumento en diferentes usos debido al crecimiento exponencial de la humanidad. Asimismo, en las poblaciones rurales existen pobladores indígenas que conocen el valor que tienen las plantas de bosques y sus diferentes usos (medicina natural, alimentación, construcción de casas, etc.) y utilizan las mismas de manera sostenible sin causar daño ambiental. El uso indiscriminado ilegal que en los últimos años se incrementó y ocasionó que se tomen medidas, limitaciones y restricciones, establecidos en la normativa forestal actual con el objetivo del uso sostenibles del recurso bosque.

Bolivia cuenta con diferentes tipos de bosques y una diversidad rica en especies forestales dependiendo el piso ecológico. Esta riqueza de especies forestales por actividades humanas se encuentran en peligro de pérdida de la variabilidad genética, a esto se suman los problemas de deforestación principalmente para habilitar tierras de uso agrícola.

Lo mismo sucede en el Departamento de La Paz, específicamente en el Municipio de Caranavi, el poco conocimiento del recurso forestal y la conservación se suma aprovechamiento forestal parte primero de identificar la diversidad de especies forestales. Los problemas que causan el desconocimiento del manejo de especies y la identificación de las especies, se puede ver a nivel productor por la poca diversidad de especies forestales en sus lotes agrícolas, este desconocimiento de metodologías de innovación y manejo también se da por técnicos de campo, y promotores vinculados a proyectos de desarrollo y que trabajan en las diferentes comunidades de Caranavi.

Es necesario que las entidades vinculadas a la formación de profesionales, como es el caso de la Universidad Pública de El Alto UPEA, mediante la



carrera de Ingeniería Agronómica, sede Caranavi, aporte en la solución de los, que se generen estrategias para la conservación, restauración, desarrollo y manejo forestal en beneficio de la comunidad, del Municipio y del país. Asimismo, la conservación de las fuentes semilleras o Unidades Productoras de Germoplasma forestal (UPGF), conformadas por árboles con buena genética y una conformación que los caracteriza como “árboles superiores”, que proporcionan semillas de calidad.

Describir y estudiar las especies forestales en el municipio de Caranavi, es de mucha importancia para el aprovechamiento y manejo sostenible, La Carrera de Ingeniería Agronómica de la UPEA, cuenta con una Sede Académica en el cantón San Pablo, y una Estación Experimental propia, que con recursos propios mediante tesis y docentes de investigación vienen investigando cultivos de interés local como es el café principalmente. Sin embargo, al tener espacios de bosque virgen y bosque secundario en sus predios y en parcelas de productores, se priorizó la presente investigación, que fue identificar y describir la fenología y potencial reproductivo de los rodales forestales en el cantón San Pablo de Caranavi.

La fenología de las especies describe las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de los vegetales y su variación temporal a lo largo del año (Mantovani et al., 2003). A través del estudio de la fenología, se establecerán las posibles causas de su presencia con relación a factores bióticos y abióticos (Talora y Morellato, 2000; Vílchez y Rocha 2004).

Adicionalmente los resultados del estudio sobre el comportamiento fenológico de las especies arbóreas y la determinación de la calidad de semilla que estas producen, constituye una herramienta fundamental para la consolidación de programas de conservación de recursos genéticos forestales, gestión forestal sostenible y punto de partida para programas de mejoramiento genético forestal (Fournier, 1976; Alencar et al., 1979).

El presente proyecto de investigación realizó el estudio de la fenología y potencial reproductivo de los rodales forestales en el Cantón San Pablo de Caranavi, en el marco de proyectos financiados por el Impuesto Directo de los Hidrocarburos (IDH), asignados a la Universidad Pública de El Alto y ejecutados por la carrera de Ingeniería Agronómica. Adicionalmente, los resultados de este trabajo de investigación se constituyen en una guía para contribuir a la sostenibilidad del potencial forestal del bosque. Los estudiantes y técnicos podrán utilizar esta información para la identificación y un mejor

aprovechamiento y protección de las especies forestales del cantón de San Pablo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desconocimiento local de las especies forestales y uso sostenible del recurso se constituyen uno de los principales problemas en el área de estudio. Resalta la escasa información sobre la fenología y potencial reproductivo de los rodales semilleros presentes en las comunidades del cantón San Pablo del Municipio de Caranavi.

Asimismo, la explotación selectiva de especies forestales valiosas, operaciones que tienen lugar en bosques que carecen de manejo y que son avasallados por la tala ilegal, donde se opta por la extracción de los mejores ejemplares dentro de una población y deja en pie solo aquellas especies rechazadas por la industria por poseer fenotipos y calidades deficientes que posteriormente, afectarían la productividad del proceso de transformación del recurso (Aguirre y Fassbender, 2013).

1.2.1. Caracterización del problema

Desde el punto de vista ecológico, la falta de conocimiento de las especies forestales y su fenología, limita las posibilidades de recuperación del bosque, lo empobrece y merma en su biodiversidad y dificulta en gran medida el establecimiento de programas de mejoramiento genético de especies de mayor relevancia comercial (Aguirre y Fassbender, 2013).

Las consecuencias del desconocimiento se trasladan también a los planes de manejo forestal y reforestación, cuya demanda de semillas no se encuentra del todo satisfecha por la ausencia de un suministro suficiente y oportuno. En un peor escenario, los propietarios, técnicos e inversionistas involucrados utilizan semillas forestales de procedencia desconocida u obtenida de individuos remanentes de calidad deficiente.

Para el país, y particularmente para el Departamento de La Paz, que tiene importantes recursos forestales en situación de alta vulnerabilidad antrópica y ambiental, resulta prioritario cimentar las bases de un programa de mejoramiento genético forestal orientado a la recuperación del potencial productivo de los bosques amazónicos, que vaya dirigida al establecimiento de plantaciones forestales y a la conservación del germoplasma.



1.2.2. Delimitación del problema

La desaparición de rodales de interés económico y ambiental, es una preocupación que no está siendo considerada por las entidades encargadas en la gestión de los recursos naturales, razón por la cual, existe la necesidad de efectuar estudios acerca de esta temática y poder implementar proyectos de conservación de los rodales semilleros.

Progresivamente se ha ido perdiendo la cobertura vegetal nativa de los bosques montanos húmedos de los Yungas (sub trópico) del Departamento de La Paz, causadas primero por la extracción selectiva de maderas de “alto valor comercial” y luego, por el desarrollo de una agricultura inadecuada y la necesidad de leña como combustible, estas acciones han conducido a un estado de pérdida y erosión genética de las especies forestales. Asimismo, esta presión ha hecho que el bosque interandino del sub trópico vaya desapareciendo, quedando unos pocos relictos boscosos como muestras del antiguo paisaje boscoso montano húmedo.

En consecuencia, implementar diversas alternativas de conservación y producción de semillas de calidad, provenientes de fuentes conocidas y en sinergia con prácticas de manejo forestal adecuadas, darán como resultado mayores beneficios socioeconómicos como el aumento de la provisión material de especies comerciales con características deseables para ser utilizadas en los programas y proyectos de forestación y reforestación, el incremento considerable de la productividad industrial y la garantía de recuperar inversiones más rápidamente. Para lograrlo, es necesario establecer estudios de la fenología y potencial reproductivo de los rodales de interés económico, cultural y ambiental en este proyecto se ubicaran en las comunidades de Cantón San Pablo.

1.3. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Determinar la fenología y el potencial de reproducción de rodales forestales en cantón San Pablo del Municipio de Caranavi, Departamento de La Paz.

1.3.2. Objetivos específicos

- ◇ Identificar y caracterizar rodales semilleros en el bosque de las comunidades de cantón San Pablo, Caranavi.
- ◇ Determinar la fenología de reproducción de los rodales semilleros presentes

en el bosque de las comunidades de cantón San Pablo.

- ◇ Evaluar el potencial reproductivo y la capacidad germinativa de las semillas a nivel de laboratorio.
- ◇ Implementar un vivero agroforestal de producción permanente para realizar las pruebas de germinación y crecimiento inicial de los plantines.
- ◇ Difundir los resultados del estudio de fenología y potencial reproductivo de los rodales semilleros para el conocimiento de la población del Municipio de Caranavi y del Departamento de La Paz.

1.4. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis Nula:

Los rodales forestales del cantón San Pablo, Caranavi tienen el potencial de reproducción para ser caracterizados como bancos semilleros *in situ* para programas y proyectos de reposición y mejoramiento forestal.

Hipótesis alterna:

Los rodales forestales del cantón San Pablo, Caranavi no tienen el potencial de reproducción para ser caracterizados como bancos semilleros *in situ* para programas y proyectos de reposición y mejoramiento forestal.

1.5. LA JUSTIFICACIÓN

A la fecha, la gestión de la investigación en la temática de semillas forestales, y fenología de especies forestales nativas, se caracteriza por el escaso conocimiento e información. Asimismo, la escasez de criterios técnicos y metodológicos para la selección de fuentes semilleras, técnicas de producción, procesamiento y almacenamiento de semillas, por lo que la pérdida de la riqueza genética en el tiempo es inminente, debido a la falta de estudios, protocolos e incentivos para su conservación y uso sostenible e integral.

En consecuencia, el riesgo de desaparición de los árboles forestales nativos es apremiante, por lo que es de suma importancia seleccionar y evaluar fuentes semilleras de especies forestales, para poder rescatar, proteger y conservar su variabilidad genética, y así contribuir al desarrollo de estrategias para su manejo, conservación y adaptación al cambio climático, evitando su extinción. Además, el germoplasma obtenido de los árboles semilleros seleccionados brindará plantas de excelente calidad para los programas y proyectos de reforestación con fines de recuperación de la cobertura forestal, conservación



y manejo integral y sostenible de los recursos naturales.

Para ello, el conocimiento y la comprensión de los patrones fenológicos de especies semilleras, en ecosistemas naturales son de interés básico en estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones entre plantas, y con la fauna del bosque. También, es importante establecer técnicas adecuadas de colecta de frutos y semillas para cada una de las especies e iniciar procesos de multiplicación de plantas, conocer los requerimientos ambientales para la germinación de las semillas y tolerancia a las condiciones ambientales extremas y relaciones de interacción entre componentes. Todo ello, para contar en forma segura y oportuna con la suficiente cantidad y calidad de semillas que asegure la producción en gran escala de especies forestales nativas para programas de reposición forestal y agroforestal.

Se generó información importante que será la base para determinar acciones a corto y mediano plazo para la multiplicación y conservación de las especies forestales. Asimismo, se identificó con base a la información generada, lineamientos para futuros trabajos de investigación, proyectos de conservación, de sostenibilidad en el marco de los proyectos de investigación que se puede generar desde la UPEA u otra entidad relacionada.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EL POTENCIAL FORESTAL EN LOS BOSQUES DE BOLIVIA

Según Mostacedo et al., (2003) El aprovechamiento forestal en Bolivia es limitado principalmente al desconocimiento del manejo sostenible algunas especies maderables y no maderables las que fueron extraídas y explotadas en décadas pasadas se aprovechaban en los bosques de Bolivia. Las especies más importantes, por su valor comercial, en los bosques húmedos tropicales fueron la mara (*Swietenia macrophylla*), el cedro colorado (*Cedrela odorata*), el roble (*Amburana cearensis*), el almendro (*Bertholletia excelsa*) y una palmera como el asaí (*Euterpe precatoria*). En los bosques secos, las especies más importantes fueron el cedro (*Cedrela fissilis*), el roble, el cuchi (*Astronium urundeuva*) y el guayacán (*Bulnesia sarmientoi*), aunque muchas de estas especies eran utilizadas en volúmenes pequeños. También, el nogal (*Juglans spp.*) y el cedro de montaña (*Cedrela lilloi*) fueron especies importantes en los bosques nublados. Hoy en día, la variedad de especies aprovechables y potenciales se ha incrementado considerablemente y muchas especies abundantes de los diversos bosques son comercializadas.

Los bosques amazónicos cuentan con mayor potencial, aunque en la actualidad son pocas las especies de alto valor comercial que se encuentran en estos bosques. De las especies maderables dos especies de cedro y el roble son consideradas las más importantes. El marfil (*Aspidosperma macrocarpon*), el amarillo (*Aspidosperma ramiflorum*), los almendrillos (*Dipteryx micrantha* y *Apuleia leiocarpa*), la mara macho (*Cedrelinga catenaeformis*) y el enchoque (*Cariniana micrantha*) son especies poco conocidas que han ingresado recientemente al mercado nacional e internacional. Asimismo, existen otras especies como el miso colorado (*Couratari macrosperma*), el bitumbo (*Couratari guianensis*) y el paquiocillo (*Hymenaea parvifolia*) que son abundantes y presentan grandes volúmenes, y tienen buenas posibilidades de ser aprovechadas. Las especies no maderables son muchas en este tipo de bosque y tienen diferentes fines de extracción. Las especies más importantes son el almendro (*Bertholletia excelsa*), el majo (*Oenocarpus bataua*), el asaí (*Euterpe precatoria*) y la palma real (*Mauritia flexuosa*), las cuales son comestibles. También, existen especies de uso medicinal como sangre de grado (*Croton draconoides*) y sangre de toro (*Virola peruviana* y *Otoba parvifolia*). En su época, la siringa (*Hevea brasiliensis*) tuvo importancia en la industria gomera.



Por su parte, el bosque húmedo de llanura y el bosque húmedo del escudo precámbrico (Beck et al., 1993) son dos áreas interesantes desde el punto de vista forestal, por la variedad de sus especies maderables potenciales. Anteriormente, la especie más valiosa en estas regiones fue la mara, la cual ha disminuido drásticamente en los últimos años. En la actualidad, el ochoó (*Hura crepitans*), los yesqueros (*Cariniana spp.*), el cambará (*Erisma uncinatum*) y el tajibo amarillo (*Tabebuia impetiginosa*) son probablemente las especies más importantes en términos de volumen y abundancia (Superintendencia Forestal, 1999). Sin embargo, existe una amplitud de especies que tienen potencialidad. Respecto a las especies no maderables, es poco conocido el potencial que tienen estos bosques, pero dentro de las palmeras el asaí es una de las especies aprovechadas para la extracción de palmito.

Los bosques secos de las tierras bajas según (Killeen et al., 1998). inicialmente intervenidos por el aprovechamiento del roble, el cedro y el cuchi, en la actualidad cuentan con más de 15 especies de valor comercial, entre las que se destacan las mencionadas anteriormente, además de tajibo morado (*Tabebuia impetiginosa*), morado (*Machaerium scleroxylon*), tarara amarilla (*Centrolobium microchaete*), jichituriqui amarillo (*Aspidosperma tomentosum*), sirari de lomerío (*Copaifera chodatiana*), curupaú (*Anadenanthera colubrina*), momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), ajunao (*Pterogyne nitens*), soto (*Schinopsis brasiliensis*) y palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*). El curupaú y el momoqui son las especies más abundantes y con mayor área basal del bosque semideciduo chiquitano (Pinard et al., 1999; Superintendencia Forestal 1999). El morado es una de las especies poco conocidas y de alto valor comercial de dichos bosques, aunque su densidad es baja.

Los bosques nublados constituyen otras regiones del país con buen potencial forestal. Sin embargo, el difícil acceso y los mayores costos de aprovechamiento limitan la extracción al ámbito local. En estos lugares, existen especies muy valiosas y con madera de buena calidad. Algunos ejemplos a citar son el nogal (*Juglans spp.*), pino del monte (*Podocarpus parlatorei*), pino colorado (*Prumnopitys exigua*), cedro de montaña (*Cedrela lilloi*), lapacho (*Tabebuia lapacho*), aliso (*Alnus acuminata*) y el barroso (*Blepharocalyx salicifolius*) (González et al., 1999; Schulenberg y Awbrey, 1997; Terán y Maraño, 2001). Sin embargo, la cantidad aprovechada es relativamente baja por la baja densidad de estas especies en los citados bosques.

En esta memoria de proyecto se muestra las principales especies forestales

identificadas en el cantón de San Pablo, municipio de Caranavi, con el trabajo se pretende generar un aprovechamiento sostenible identificando y estudiando especies forestales locales, lo cual puede brindar mayores opciones de manejo y aprovechamiento de los bosques, dentro del marco de leyes y normas forestales vigentes en el país.

2.2. DEFINICIÓN DE ESPECIE

Goitia (2003), menciona que es la presente sucesión de individuos perpetuados por reproducción sexual por lo que existe continuidad de origen. Sin embargo, Chávez (1993), indica que en Biología se denomina especie (del latín species) a cada uno de los grupos en que se dividen los géneros, es decir, la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto, en biología una especie es la unidad básica de la clasificación biológica.

2.3. CONCEPTO DE SILVICULTURA

La silvicultura es la parte técnica forestal orientada al establecimiento, desarrollo, cuidado y reproducción de los bosques. Los fundamentos de la silvicultura son la base científica sobre el que se desarrolla esta ciencia, los aspectos biológicos y ecológicos, además del conjunto de otras ciencias especiales que interactúan para posibilitar la existencia de bosques, así como la posibilidad de restablecerlo (Goitia, 2009).

El mismo autor indica que la silvicultura práctica, es la técnica silvícola que se aplica a determinado bosque, para posibilitar obtener el, rendimiento sostenible, en el marco de una ordenación forestal sostenible; esencialmente se divide en el conocimiento de las características ecológicas de reproducción de las especies, de su adaptación a podas, raleos, de su capacidad de macollaje y la combinación de todas y cada una de estas actividades.

La silvicultura es interpretada de varias formas, pero el concepto más utilizado es: “la práctica de controlar el establecimiento, la composición y el crecimiento de los bosques”. Una definición, más sucinta, indica que la silvicultura es “la ecología forestal aplicada” (Goitia, 2009).

La silvicultura comprende el aprovechamiento (generalmente denominado “primer tratamiento silvicultural”), los tratamientos culturales adicionales para la mejora de la regeneración o el control de composición de especies, calidad de árboles y crecimiento; y los tratamientos enfocados en la protección de bosque del ataque de plagas, patógenos y desastres naturales.



2.4. AGRICULTURA CON SILVICULTURA

Este caso se presenta cuando en la parcela se tiene una parte cultivos agrícolas y otra tiene árboles o bosques plantados o naturales, o simplemente vegetación natural arbustiva, o en el caso una mezcla entre ambos en el mismo sitio. Asimismo, Somarriba (1998) indica, que existen tres combinaciones importantes: Agricultura con ganadería, Agricultura con silvicultura, y ganadería con silvicultura

2.5. DENDROLOGÍA

Dendrología: El termino se deriva de dos palabras griegas, dendron = árbol, y logos = discurso, palabra o ciencia, o el estudio o ciencia de los árboles.

Dayton el año 1943 uso el termino en un resumen de la historia quizá fue la primera mención de la palabra dendrología la cual fue un libro de un médico naturalista italiano entre los primeros estudios de árboles no incluyeron los nombres, descripciones, clasificaciones e identificación.

El mismo autor señaló que más tarde se desarrolló la ciencia de ordenar y crecer árboles en los bosques como dasonomía y se retuvo la materia restringida básica de la identificación de árboles. Al mismo tiempo se extiende el término a veces para incluir los arbustos y bejucos leñosos ornamentales y arboles forestales.

La Dendrología está relacionada también con la botánica o ciencias vegetales ya a la rama de taxonomía o clasificación. Se puede considerar como la división de la dasonomía o de botánica que trata de taxonomía de los árboles entonces Dendrología es la división de la dasonomía o de botánica que trata de la taxonomía de los árboles y otras plantas leñosas incluyendo al nomenclatura clasificación identificación y distribución de los mismos.

2.6. DEFINICIÓN DE SISTEMA Y ELEMENTOS

Becht (1974), citado por Hart, (1985) menciona también, si la unidad formada por los componentes funciona sin tener interacción con otros componentes del ambiente que la rodea a la unidad, el sistema se define como cerrado. En el mundo real los sistemas son abiertos, es decir, tiene interacción con el ambiente.

El mismo autor indica que, esta interacción resulta en entradas y salidas a la unidad. Al observar fenómenos reales y define conjuntos de componentes que forman unidades, las fronteras entre unidades constituyen los límites de

cada sistema. Hay ciertos elementos que todo sistema tiene: Componentes, Interacción entre elementos, Entradas, Salidas y Límites.

Los componentes de un sistema son los elementos básicos (la materia prima) del sistema. Ejemplo: Si un cuerpo humano es un sistema, los huesos, la sangre, los tejidos, etc., son entonces los componentes del sistema (Becht, 1974).

La interacción entre los componentes es lo que proporciona las características de estructura a la unidad. Dos cuerpos humanos pueden tener los mismos componentes (músculos, huesos, etc.) pero poseen apariencias diferentes (estructura) muy diferente (Hart, 1985).

Según Hart (1985), las entradas y salidas de un sistema son los flujos que entran y salen de la unidad. El proceso de recibir entradas y producir salidas es lo que da función a un sistema, así como un motor que tiene la función de mover un automóvil es un sistema que toma gasolina (entrada) y produce energía mecánica (salida) que lo mueve.

La característica funcional del sistema agropecuario se refiere a procesar ingresos, tales como radiación solar, agua y nutrientes. Produce egresos tales como alimentos, leña, fibras, etc. La objetividad de un sistema está en agrupar componentes de una manera organizada y simplificada.

2.7. DENDROLOGÍA

Para Goitia (2000), la dendrología proviene de los vocablos griegos dentro (árbol) y logos (tratado, estudio), por lo tanto puede definirse como el estudio de los árboles. En el presente denominada botánica forestal, se relaciona de igual manera con la botánica sistemática, proporcionando una definición para la dendrología como el estudio de la identificación y clasificación de árboles.

Según Rodríguez y Sibile (1996), es la descripción de los componentes del árbol como las características de dimensión, forma y peculiaridades del cuerpo del tronco, la base o aletones, la copa y la ramificación dados que son importantes para el manejo de información.

Según INIAT – OIMIT (1996), es la descripción de las características de los árboles, entre las cuales se encuentran; la nomenclatura del árbol (especie, familia, nombre común, nombre comercial), los componentes del árbol (tronco o fuste, copa, corteza y hojas) y la descripción de la madera.

Para Clavijo (1999), indica que el estudio dendrológico se debe hacer en base



a un estudio de las características externas del árbol las cuales son: forma y disposición de las hojas, flores y frutos; tipo de corteza; forma de las raíces y sustancia que segregan tales como látex, resinas, etc.

2.7.1. Árbol

Para Pomier (2006), el árbol es una planta perenne que se ramifica a cierta altura del suelo, desarrolla a una parte aérea parcialmente leñosa, en la que se pueden diferenciar varios tejidos; madera, cambium y corteza, esta parte leñosa incluye el tronco, las ramas y las raíces principales. Todos los árboles pertenecen a las gimnospermas (ciprés, pino, etc.), que son plantas primitivas, o las angiospermas (plantas con embrión provisto de cotiledones con reserva alimenticia).

2.7.2. Tronco o fuste

Según Villarreal (1993), el tronco sirve a la planta como medio de conducción de los haces vasculares y para sostener a las hojas, flores y frutos. Lleva cabo a la función fotosintética en sus partes verdes, y almacena sustancias alimenticias en algunos casos.

2.7.3. Copa

Según INIAT – OIMT (1996), es un conjunto formado por ramas, ramitas y el conjunto de hojas llamadas follaje del árbol, y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Copa Globosa (como forma esférica).
- Copa aparasolada (como forma de sombrilla).
- Copa irregular
- Copa rala o estratificada (en forma de pisos)

2.7.4. Corteza

Según INIAT – OIMT (1996), la corteza externa está formada por la capa exterior del tronco también llamada ritidoma y una capa interna compuesta por tejidos vivos llamada el cambium que es el tejido a partir del cual se origina la corteza hacia afuera y la madera hacia adentro.

Para Vargas (1987), la corteza lo define como: cubierta exterior del árbol, la cual cumple tres funciones; almacenamiento, conducción de nutrientes

(realiza por el floema), y protección del vegetal contra el desecamiento, ataque fúngico (hongos) daños mecánicos y variaciones mecánicas.

El mismo autor, el estudio de la corteza es una parte importante de la dendrología que nos permite, conocer su estructura identificar individuos semejantes.

2.7.5. Corteza Muerta

Según INIAT – OIMT (1996), corteza muerta o ritidoma es un conjunto de capas superficiales o externas, compuestas de tejidos muertos que despegan más o menos fácilmente al no recibir agua ni sustancias nutritivas, acompañadas del aumento progresivo del diámetro del tallo. Puede tener las siguientes características:

- Desprendimiento en capas (escamas o pedazos de corteza que dejan cicatrices definidas).
- Desprendimiento en pedazos o porciones irregulares (escamas o pedazos irregulares, con bordes angulosos; no dejan cicatrices llamativas).
- Desprendimiento en segmentos paperosos (los pedazos de corteza desprendidos tienen aspecto de hojitas de papel al ser observados de cierta distancia). Desprendimiento en segmentos coriáceos (pedazos de corteza con textura de cuero).
- Corteza o superficie del tronco con aristas (cicatrices prominentes, lineales o transversales).
- Corteza o superficie del tronco áspera (tiene aspecto áspero mirada desde cierta distancia. Incluye corteza fisurada, agrietada y las que desprenden en placas). Corteza o superficie del tronco lisa (aquella que observada desde cierta distancia no muestra protuberancias, rugosidades, fisuras ni grietas grandes).
- Corteza o superficie del tronco fisurada (presenta hendiduras o fisuras más o menos anchas, longitudinales, tienen profundidad más o menos uniforme, de bordes con aspecto de haber cicatrizado).
- Corteza o superficie del tronco agrietada (posee grietas o hendiduras angostas, generalmente cortas, horizontales, verticales o en ambos sentidos, de profundidad heterogénea).
- Padilla (1987), describe la corteza externa o ritidoma como, tejidos



floemáticos o cortical, el cual puede ser descartado para dejar un tronco liso o puede ser retenido en la forma de una capa gruesa fibrosa y suberosa.

2.7.6. Corteza viva

INIAT – OIMT (1996), de acuerdo a la corteza viva, es el conjunto comprendido entre la corteza muerta y el cambium. Al corte transversal, la corteza viva puede presentar estratos o capas denominadas: capa interna y capa externa de la corteza viva.

2.7.7. Exudaciones de la corteza viva

Según INIAT – OIMT (1996), al cortar la corteza viva, en la herida se pueden presentar tres situaciones como ser: corteza seca (sin jugo), corteza succulenta (de apariencia carnosa, con jugo), corteza viva con exudados (líquido más o menos fluido que brota y pueden ser resinosos, gomosos o acuosos de diferentes colores).

2.7.8. Duramen

Para Vargas (1987), el duramen es la parte interna del tronco que en muchos árboles tienen color más oscuro, se forma porque a medida que el árbol va envejeciendo, solo necesita de los anillos más externos para la conducción de líquidos, la madera interna que pierde gradualmente la actividad vital se va oscureciendo, debido a la dispersión de tañinos resinas, aceites carbohidratos y otras sustancias.

2.8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

2.8.1. Color

Clavijo (1999), define color de la madera como aquel que es originado por la presencia de sustancias colorantes y otros compuestos secundarios, es una característica muy importante para la identificación de las maderas.

Para INIAT – OIMT (1996), se considera el color del tronco recién cortado y cuando la madera está en condición seca, con la ayuda de una tabla Munsell de colores para suelos; se distingue el color diferenciado a la capa externa o albura de la capa interna o duramen.

2.8.2. Olor

Para INIAT – OIMT (1996), el olor es producido por efluvios de ciertas sustancias químicas, tales como resinas, aceites y gomas, que se encuentran

infiltradas en la madera, las que al volatizarse emanan olores característicos. Se califica según la graduación de no distintivo, olores a veces fragantes, otras desagradables.

2.8.3. Sabor

Según INIAT – OIMT (1996), el sabor es la característica que producen al sentido del gusto algunas sustancias contenidas en las células de la madera. En ciertas especies ayuda al reconocimiento de acuerdo a las sustancias químicas que posee; puede ser distintivo o no distintivo.

2.8.4. Lustre o brillo

Para INIAT – OIMT (1996), es la característica típica de algunas especies, producida por el reflejo que causan los elementos que conforman los radios cuando estos son expuestos a la luz. Se califica de; bajo, mediano o moderado a elevado o intenso.

Vargas (1987), por su parte indica que el brillo es la capacidad que tiene la madera de reflejar la luz. Normalmente las maderas son más brillantes en sus caras radiales debido a la exposición de los radios, el brillo es también efecto en parte por el ángulo de reflexión de la luz.

2.8.5. Grano

Según INIAT – OIMT (1996), define grano como una característica observable en la sección radial o tangencial, producida por la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco, se consideran:

- Grano recto: La dirección de los elementos es paralela al eje del árbol.
- Grano oblicuo: La dirección de los elementos leñosos forman ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- Grano entrecruzado: Los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera se haga difícil.
- Grano ondulado: La dirección de los elementos leñosos es ondeada u ondulada.

Para Vargas (1987), el grano es la disposición y dirección de los elementos



constituyentes en relación al eje del árbol, pueden ser; grano recto o lineal, irregular, en espiral, entrecruzado u ondulado.

2.8.6. Textura

Según INIAT – OIMT (1996), característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poro, parénquima, y fibras) tiene importancia en el acabado de la madera. Debe ser observado con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en la sección transversal de la misma, generalmente palpable en las secciones longitudinales y puede ser de tres tipos: gruesa, mediana o fina.

Vargas (1987), define textura como la impresión visual producida por las dimensiones, distribuciones y porcentaje de los elementos estructurales en el leño, en latifoliadas por los poros, vasos y parénquima axial.

2.8.7. Veteado

Para Clavijo (1999), es el diseño o el dibujo que se produce en las superficies longitudinal bien pulidas del leño. Producido por la disposición de sus elementos constitutivos, en especial los vasculares, radio y parénquima o también el tamaño y abundancia de los mismos.

2.8.8. Duramen y peso

Según INIAT – OIMT (1996), se determina la dureza de la madera, por resistencia en la penetración de otros objetos; en tal sentido hay maderas desde muy duras hasta muy blandas. El peso específico (P.E.B) se expresa como el peso de la madera al 0% de humedad entre su volumen en condición saturada.

2.9. MORFOLOGÍA DE LA HOJA Y FRUTO

2.9.1. Hojas

Según Domenech (1991), se llama hoja a todo grano que brota literalmente del tallo de las ramas, de crecimiento limitado y de forma laminar. Hay cinco categorías que de abajo arriba son; cotiledones o embriofilos (función protectora y nutricia del embrión), catafilos (protectora de los rudimentos y reservante), nemofilos u hojas propiamente dichas, hipsofilos y antofilos u hojas florales.

Según Lara (1988), la consistencia de las hojas puede ser; hojas papiráceas o cactáceas (delgadas, opacas o ligeramente traslucida con a paraciencia

de papel), semi coriáceas (espesas, apariencia de papel grueso o cartulina), coriáceas (espesas, opacas y flexibles como el cuero).

2.9.2. Hojas simples

Lara (1988), indica que una hoja simple se puede diferenciar; el peciolo (porción que une la hoja con el tallo), la vaina (base del peciolo que envuelve al tallo).

2.9.3. Hojas compuestas

Según INIAT – OIMT (1996), en las hojas compuestas la lámina está dividida en segmentos individuales llamados folíolos, cuando son de primer orden y foliolulos, cuando son de segundo orden. El folíolo a su vez tiene; lámina, peciolo que se llama peciolulo. El raquis es la prolongación del peciolo por encima del primer folíolo o par de foliolulos.

2.9.4. Filodios

Para Rodríguez (1991), los filodios son ensanchamientos del peciolo que toman el aspecto de limbos que desempeñan funciones de fotosíntesis y de sostén.

2.9.5. Posición de las hojas

Según INIAT – OIMT (1996), el sitio de la rama donde se inserta la hoja, se llama nudo, la posición de la ramita entre dos nudos, se llama entrenudo. Según el número de las láminas foliares por nudo y la posición en la rama, las hojas pueden ser; dísticas, dispuestas en espiral, desusadas y agrupadas al final de las ramitas.

2.9.6. Forma de la lámina de la hoja

Según INIAT – OIMT (1996), las principales formas de láminas foliares son; elíptica (forma de elipse), oblonga (forma casi rectangular), ovada (forma de huevo), abobada (forma de huevo invertido), cordada (forma de corazón), lanceolada (forma de punta de lanza), falcada (forma de punta de lanza curvada), circular (forma de círculo).

El mismo documento menciona que el extremo o ápice de la misma lámina puede ser; agudo (forma un ángulo agudo), obtuso (forma un ángulo obtuso), acuminado (se proyecta brevemente el ápice). La base puede ser; aguda, obtusa o acorada.



2.9.7. Inflorescencia

Según Villarreal (1993), se llama inflorescencia al arreglo que tienen las flores en una rama o en la planta. En ellas se puede distinguir; el pedúnculo o soporte principal, los pedicelos o soportes individuales y las brácteas que protegen a las flores durante su desarrollo. Las inflorescencias pueden clasificarse en; racimosas o indeterminadas que tienen un crecimiento centrípeto o indefinido y las cimosas o determinadas, con crecimiento centrifugo definido.

Para Rodríguez (1991), las inflorescencias racimosas se dividen en tres grupos: flores sésiles (que a su vez comprenden las inflorescencias espiga, espádice y amento); flores pedunculadas (racimo carimbo y panícula) y las flores con raquis plano y reducido (inflorescencias, umbela, cabezuela y sicono).

El mismo autor, indica que sobre el raquis de la inflorescencia en cabezuela, que es abultado o aplanado, se disponen a las flores en posición sésil. Existen dos clases de cabezuela; capítulo (sobre el raquis abultado nacen flores sésiles de la axila de brácteas individuales, presentado en conjunto el aspecto de una bellota).

2.9.8. Flor

Para Villarreal (1993), la flor, es un conjunto de hojas modificadas, donde se lleva a cabo la reproducción sexual en plantas superiores a través del androceo (aparato reproductor masculino, formado por estambres) y el gineceo (aparato reproductor femenino, formado por pistilos, los que presentan; ovario, estilo y estigma). En una flor se distinguen; un pedúnculo (que la sostiene y la conecta con la rama), un tálamo o receptáculo (porción terminal y ensanchada del pedúnculo), el cáliz (verticilo más extremo de la flor, formado por sépalos los que pueden encontrarse libres (cáliz diasépalo) y el cáliz con sépalos soldados total o parcialmente (gamosépalo) y la corola constituida por los pétalos.

2.9.9. Fruto

Según INIAT – OIMT (1996), la flor da origen al fruto, ovario fecundado y desarrollado se convertirá en fruto; los óvulos fecundados y desarrollados se convertirán en semillas. La estructura y nomenclatura de los frutos es compleja algunas formas básicas son: samara, drupa, baya, legumbre, cápsula y frutos compuestos.

2.10. IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES

El documento FAO/PAF – BOL (1999), se describe que los árboles absorben CO₂ de la atmósfera, en el proceso de crecimiento y lo almacenan en forma de celulosa, las plantaciones forestales con fines de captura del CO₂ son eficaces cuando el producto final de la madera se transforma en productos duraderos, debido a que inmovilizan el CO₂ en forma de celulosa durante largos periodos después de ser cortados. De igual manera, las plantaciones con fines de protección tienen efectos positivos en la absorción del CO₂.

Alarcón (2007), indican que el crecimiento y aprovechamiento de los árboles es uno de los datos básicos para el manejo y aprovechamiento de los bosques naturales o plantados. Los factores que influyen el crecimiento e incremento del árbol en altura, actúan también en el crecimiento en diámetro, por lo que el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay menor competencia y mayor luz.

2.10.1. Ciclo vital de los árboles

El ciclo entero de vida de un árbol, comenzando con su forma de reproducción, si ésta se produce mediante dispersión de semillas, rebrotes o una combinación de ambos. Será necesario entender el destino de estas unidades reproductivas, incluyendo las tasas de depredación de semillas, de germinación y de supervivencia de plántulas en diferentes condiciones, además de las probabilidades de que la regeneración a partir de rebrotes forme fustes comerciales. También se deberá comprender las condiciones ambientales requeridas, así como las tasas de supervivencia y crecimiento de los árboles durante las fases de brinzal, latizal, fustal y árbol maduro.

El mismo autor indica que, el período que se extiende desde la germinación de la semilla hasta que el árbol alcanza el tamaño de brinzal se denomina fase de establecimiento, ya que, durante ésta, la plántula desarrolla sus raíces, tallos y hojas iniciales, los cuales le permitirán sobrevivir en el sitio hasta alcanzar la madurez.

Los transectos son esquemas representativos de una sucesión de características físicas socioeconómicas de una determinada área. Estas características permiten capturar una gran masa de información (ecosistemas, tipos de suelos y de vegetación, localización, población, cultivo, etc.) (DED, 2007).

Con este instrumento se puede determinar ciertos detalles que no son



posibles obtener en los mapas a través de la simple observación, directa, además profundizar la comprensión del equipo sobre el área y sobre las interacciones que existen entre la actividad humana y el medio físico.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de corte longitudinal; y el nivel de investigación en su primera fase, fue descriptiva y analítica para la colección de la información primaria, sobre la fenología en periodos adecuadas de los rodales semilleros.

Asimismo, se evaluó características morfológicas y se procedió al análisis y determinación del potencial reproductivo de los rodales forestales identificados y caracterizados.

3.2. ALCANCE ESPACIAL

El trabajo de investigación se realizó en las comunidades del cantón de San Pablo, del Municipio de Caranavi, primera sección de la provincia Caranavi. Que se encuentra en el Norte del Departamento de La Paz, a 156 kilómetros de la capital sede de gobierno, provincia Caranavi. Entre las coordenadas 68° 0' y 67° 37' de longitud Oeste y 15° 15' y 16° 15' de latitud Sur, alcanzando una extensión de 2.417 km² (PDM, 2010).

La región está clasificada como “Bosque húmedo subtropical premontano”. Se extiende desde el cantón “Choro” en la parte sur, hasta el cantón “Inicua” en la parte norte; presentando un relieve con áreas planas muy reducidas, pendientes y serranías que sobrepasan los 2.000 metros de altitud, donde la topografía es en general accidentada y medianamente ondulada, existiendo ríos muy caudalosos, arroyos y diversidad de vertientes y fuentes de agua (PDM, 2010).

3.3. ALCANCE TEMPORAL

La investigación para determinar la fenología y el potencial de reproducción de rodales forestales en cantón San Pablo del Municipio de Caranavi, Departamento de La Paz, tuvo un alcancé temporal de los años 2020 al 2022, tiempo en el que ejecutó la investigación.

3.4. UNIVERSO Y MUESTRA

3.4.1. Universo

El trabajo de investigación se realizó en el “Bosque húmedo subtropical premontano”, que se extiende a lo largo de la vertiente Oriental de la



Cordillera de los Andes.

3.4.2. Muestra

El estudio del fenología y el potencial de reproducción de rodales forestales se realizó en predios de la Sede Universitaria Carrera de Ingeniería Agronómica del cantón San Pablo del municipio de Caranavi, Departamento de La Paz, el trabajo se realizó durante la vigencia del proyecto.

3.5. METODOLOGÍA POR COMPONENTE DE ESTUDIO

3.5.1. Componente 1: Identificación y caracterización de rodales semilleros

Reuniones de coordinación

Para la delimitación de las áreas en donde se desarrolló el estudio de la fenología de los rodales forestales, se coordinó con las comunidades en donde se han identificado rodales semilleros para garantizar la seguridad de la investigación e involucrarlos en el proceso de investigación.

Ubicación y marcado de los árboles madre

Se georreferenció árboles forestales de las especies identificadas y seleccionadas, se registró para proceder a su georreferenciación, se marcó, para identificación en trabajos futuros.

Identificación botánica de las especies seleccionadas

Se procedió a la recolección de hojas, flores o frutos, de los árboles identificados y se los evaluó según su fase fenológica.

Evaluación dasométrica de las especies identificadas

Se realizaron las evaluaciones de Diámetro a la Altura de Pecho (DAP), mediciones a 1.50 m del nivel del suelo.

Evaluación de altura comercial y total

Se tomaron medidas con el hipsómetro o clinómetro, para encontrar las alturas comerciales (HC) y total (HT) de los árboles madres.

Evaluación cualitativa:

El trabajo consistió en evaluar muestras cualitativas variables que se consideró puedan servir para el propósito de la investigación de la siguiente

manera:

Dominancia:

Se observó la posición vertical relativa de la copa del árbol madre con respecto a la altura de los árboles vecinos, pudiéndose encontrar en el estrato superior, medio o inferior en relación con sus vecinos.

Número de ramas encima del punto de copa (Primera bifurcación):

Esta variable indicó el número de ramas de tamaño considerable que ante cualquier eventualidad natural dañaría la estructura del árbol semillero.

Posición de las ramas (ángulo de inserción):

Se estimó visualmente, apreciando el ángulo de inserción predominante formado por las ramas principales con el fuste del árbol.

Estado sanitario:

Se realizó observaciones exhaustivas y objetivas del individuo que está siendo evaluado y se registró si el árbol se encuentra sano o afectado por alguna enfermedad, hongos, insectos u otros animales.

Infestación de especies parásitas, sogas y lianas:

Se evaluó la cantidad de especies que han invadido el tronco y la copa, y eventualmente el riesgo de caída de ramas.

Estimación del vigor del árbol:

Se observó la vitalidad o fuerza que tiene el árbol para hacer funcionar todas las características fisiológicas, las cuales están asociada a su crecimiento e incremento, esta estimación que se da en relación a los demás individuos dentro de la comunidad.

Características de las aletas basales:

En los árboles que lo tengan se consideró la medición de los lados del triángulo formado por cada aleta y su dirección.

Rectitud del fuste:

Es la medición que se realiza para calcular el volumen comercial el fuste recto que se puede aprovechar y medir la madera.



Estado del fuste y descripción de la corteza externa:

Se observó la presencia de grietas (abertura larga y estrecha, producto de la separación de la corteza), rajaduras (es la rotura de la corteza, con mayor profundidad que la grieta).

Forma del área basal:

Se registró la forma del área basal (forma geométrica característica a 1.5 m de altura sobre el suelo) se la clasificó como círculo (DAP mayor y menor similares), elipse (diferencia marcada entre DAP) o estrella (formada por el ahusamiento en la base del fuste).

3.5.2. Componente 2: Determinación de la fenología de reproducción de los rodales semilleros presentes en el bosque

Las observaciones fenológicas se registraron en el transcurso de ejecución del proyecto y según la etapa fenológica de cada especie forestal; las fases fenológicas para cada especie fueron diferentes. Lo que se observó en las evaluaciones fueron: época de floración, época de fructificación, diseminación de frutos y semillas.

Determinación de los porcentajes de floración y fructificación de las especies seleccionadas:

Estas características se evaluaron aplicando la metodología de Furnier (1976). La metodología señala que para ello se tiene una puntuación de 0 al 4, de acuerdo al siguiente detalle de fenómeno:

Tabla 1. Escala de valores Furnier

Escala	Características	Porcentajes
1	Presencia de fenómeno	1-25
2	Presencia de fenómeno	26-50
3	Presencia de fenómeno	51-75
4	Presencia de fenómeno	76-100

Fuente: Furnier (1976)

Con los valores que se observaron en los árboles, se calculó de cada árbol y se promedió. Los promedios que se obtengan de cada especie se transformó a porcentajes de acuerdo a la escala de Fournier.

Revisión del registro fenológico:

Los datos registrados de las especies forestales identificadas se sistematizaron y se revisaron para el respectivo cálculo de los valores medios del período de floración y fructificación.

Análisis del inicio de la floración y fructificación:

Se realizó un análisis cuidadoso para cada fase fenológica, determinando el período de reproducción de las especies seleccionadas.

Calendario fenológico:

Con los datos obtenidos se construyó un calendario fenológico de las especies que se encuentran en las comunidades de cantón San Pablo.

Control de sucesos fenológicos:

Para obtener un control adecuado de los sucesos fenológicos y del abastecimiento de semillas, se diseñó un sistema de codificación que identifique las áreas semilleras; los rodales y los árboles seleccionados mediante números correlativos; además, cada individuo elegido, se señaló con la primera letra del género y la especie. Complementaria a esta codificación, cada recolección de semillas se registrará de manera independiente, de tal manera que se diferencien su procedencia.

3.5.3. Componente 3. Evaluación de la capacidad reproductiva de las semillas a nivel de laboratorio (vivero agroforestal de cantón San Pablo)

Evaluación de la capacidad germinativa de las semillas en laboratorio

Para determinar estas variables, se utilizó el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agronómica, en donde se consideraron las siguientes variables:

Pureza:

Para determinar la pureza, se tomó una muestra por especie de todos los árboles, la cantidad de semilla dependió del tamaño y de la disponibilidad de la misma, variando el peso por especie.



Peso de la Semilla:

Se utilizó una muestra compuesta de 100 semillas por individuo y se procedió a pesar en la balanza de precisión.

Contenido de humedad:

Antes de proceder al secado de las semillas, se tomó el peso húmedo, luego, se colocaron las semillas en caja petri y se procedió a secar en la estufa a 105 °C durante 24 horas.

Germinación y tratamientos pre-germinativos:

Se procedió a la siembra de 100 semillas de cada una de las especies, con 4 réplicas de 25 semillas cada uno, dependió del tamaño de las semillas.

Evaluación de la capacidad germinativa de las semillas a nivel de vivero

- Potencial de germinación de las semillas
- Días a la emergencia
- Evaluación del vigor de los plantines
- Implementación de un vivero agroforestal de producción permanente para realizar las pruebas de germinación y crecimiento.

3.5.4. Componente 4. Implementación de un vivero agroforestal de producción permanente

Para garantizar la producción y provisión de plantines a las comunidades del Municipio de Caranavi, se estableció un vivero agroforestal de producción permanente sobre un área de 300 m², con las condiciones mínimas de infraestructura para el crecimiento inicial de los plantines, con las siguientes características:

- Soportes de madera
- Fijación de soportes base con cemento y tezado
- Malla semisombra Rasel al 50%
- Protección de la infraestructura con alambre de púas y alambre tejido.
- Provisión de agua segura por tubería para la producción de plantines.

- Canales de drenaje en el perímetro y dentro del vivero.

3.5.5. Componente 5. Difusión de resultados sobre el estudio fenológico y potencial productivo de rodales semilleros.

Memoria del proyecto (Manual guía forestal)

La difusión de los resultados se realizó, mediante las publicaciones consistentes en la memoria del proyecto titulado “Investigación de la fenología y potencial reproductivo de los rodales forestales en el cantón San Pablo de Caranavi” y en eventos locales. En un artículo científico publicado. Asimismo, mediante trípticos que indican los principales resultados.

También, se remitirá a las entidades de Estado involucradas para su conocimiento y análisis de la información generada; dentro de la Universidad Pública de El Alto, se remitirá a las Direcciones de Carrera, Decanatos, Rectorado y Vicerrectorado; en el caso de las carreras, en sus bibliotecas como material de consulta del público en general.



CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El equipo de investigación docente - estudiantil de la carrera de Ingeniería Agronómica, obtuvo resultados en función a los objetivos de investigación planteados. Asimismo, se establece una interrogante y una solución en torno a la fenología y producción de rodales forestales, en el proceso de verificación y comprobación de los resultados que fue de la siguiente manera:

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Identificar y caracterizar rodales semilleros en el bosque de las comunidades de cantón San Pablo, Caranavi.

4.1.1. Producto esperado Objetivo específico 1

A la finalización del proyecto de investigación, se tienen identificados y caracterizados rodales semilleros de bosques naturales en las comunidades del cantón San Pablo, Caranavi.

4.1.2. Resultados Objetivo 1.

A continuación se presentan datos de los rodales de 12 especies forestales, identificadas en la gestión 2020 en el cantón San Pablo:

Tabla 2. Rodales de especies forestales cantón San Pablo

N	Nombre común	Nombre científico	RODAL	Coordenadas
1	Laurel	<i>Cordia sp.</i>	San Pablo	659273S, 8255384W
2	Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	San Pablo	659276S, 8255386W
3	Nogal	<i>Junglans boliviana</i>	San Pablo	50'46.521 S, 67'32.531W
4	Toco colorado	<i>Piptadenia buchienni</i>	San Pablo	659017S, 8252945W
5	Huasicucho	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	San Pablo	659020S, 8252947W
6	Cedro Blanco	<i>Cedrela fissilis</i>	San Pablo	655463S, 8255025W
7	Roble	<i>Amburana cearensis</i>	San Pablo	655462S, 8255024W
8	Toco blanco	<i>Shizolobium amazonicum</i>	San Pablo	659014S, 8252943W
9	Verdolago	<i>Terminalia oblonga</i>	San Pablo	6590180S, 8252944W
10	Isigo	<i>Tetragastris altissima</i>	San Pablo	6590160S, 8252945W
11	Ceibo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	San Pablo	659017S, 8252945W
12	Flor de mayo	<i>Ceiba cf. speciosa</i>	San Pablo	659016S, 8252946W

Fuente: Elaboración propia con base de datos gestión 2020

La tabla que antecede muestran las 12 especies predominantes en los sitios identificados. Sin embargo, se pudo apreciar que existen otras especies forestales que comparten los sitios identificados, las cuales no fueron evaluadas.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.

Determinar la fenología de reproducción de los rodales semilleros presentes en el bosque de las comunidades de cantón San Pablo.

4.2.1. Productos esperados del Objetivo específico 2.

Se registró y documentó de la fenología de reproducción (época de floración, tiempo de maduración de frutos y dispersión de semillas) de 12 especies con árboles semilleros, en el bosque de las comunidades de cantón San Pablo.

4.2.2. Resultados Objetivo 2.

Se evaluó la fenología de reproducción de 12 especies forestales, a partir del año 2020 y complementado en la gestión 2021, información que se encuentra ilustrada y plasmada en la publicación de la memoria del proyecto. Asimismo, se adjunta los principales resultados descritos en la siguiente (Tabla 3).

Se cumplió con el cien por ciento del objetivo 2 del proyecto, se evaluaron la fenología de 12 especies forestales diferentes, se conoce su fenología reproductiva del total de las especies forestales, por tanto, se tiene un resultado en avance del objetivo cumplido.

Tabla 3. Resultados de la evaluación objetivo 2 del proyecto

N.	Nombre común	Nombre científico	Floración	Fructificación	Semilla
1	Laurel	<i>Cordia sp.</i>	May - Jun	Sep - Oct	Nov - Ene
2	Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	Oct - Dic	May - Sep	Jun - Sep
3	Nogal	<i>Junglans boliviana</i>	Ago - Sep.	Nov - Ene	Oct - Ene
4	Toco colorado	<i>Piptadenia buchtienii</i>	Jun -Jul	Ago	Sep - Oct
5	Huasicucho	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Dic - Abr	Sep - Oct	Sep -Oct
6	Cedro Blanco	<i>Cedrela fissilis</i>	Oct - Dic	Abr - Sep	Ago - Oct.
7	Roble	<i>Amburana cearensis</i>	Abr - May	May - Sep	Sep - Oct
8	Toco blanco	<i>Shizolobium amazonicum</i>	Jun -Jul	Ago	Sep - Oct
9	Verdolago	<i>Terminalia oblonga</i>	Dic - Feb	Abr - Sep	Oct - Nov
10	Isigo	<i>Tetragastris altissima</i>	Sep - Oct	Nov - Dic	Ene - Feb
11	Ceibo	<i>Erythina poepigiana</i>	Mar - Mayo	Jul - Ago	Julio - Ago
12	Flor de mayo	<i>Ceiba cf. speciosa</i>	May - Jun	Jul - Sep	Sep - Oct

Fuente: Elaboración propia con base de datos gestión 2020 - 2022



La tabla 3, que antecede muestra en resumen los datos obtenidos en campo sobre los periodos de floración, fructificación y semilla disponible, información colectada con base a la fenología registrada de las diferentes especies forestales las fases según calendario anual varían unas de otras (información específica sobre cada especie forestal descrita en el punto 4.6 de la presente memoria de proyecto).

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Evaluar el potencial reproductivo y la capacidad germinativa de las semillas a nivel de laboratorio y en el vivero.

5.3.1. Productos esperados del Objetivo específico 3.

Se tiene información de la capacidad germinativa y reproductiva de al menos 12 especies forestales, presentes en los rodales semilleros de las comunidades de cantón San Pablo.

4.3.2. Resultados Objetivo 3.

Se recolectaron semillas de 12 especies forestales, las cuales se evaluaron en ambientes controlados en La Paz y en Caranavi. Los resultados de este objetivo fueron del cien por ciento: (información específica sobre cada especie forestal en el punto 4.6 descripción de especies).



Figura 1. Semilla forestal 1. Mara; 2. Roble; 3. Toco colorado; 4. Cedro blanco; 5. Jacaranda; 6. Teca
Fuente: Elaboración propia con base a fotografías del equipo de de investigación

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Implementar un vivero agroforestal de producción permanente para realizar las pruebas de germinación y crecimiento de inicial de los plantines.

4.4.1. Productos esperados del Objetivo específico 4.

Se implementó un vivero agroforestal de producción permanente sobre un área de 300 m², con las condiciones mínimas de infraestructura para el crecimiento inicial de los plantines.

4.4.2. Resultados Objetivo 4.

El vivero se encuentra implementado en su totalidad en una superficie de 350 metros cuadrados, en cuyo predio en la gestión 2022 se repicó del germinadero a macetas las especies forestales evaluadas en el marco de actividades académicas de la carrera de Ingeniería Agronómica. Este objetivo se cumplió con el cien por ciento

Cabe mencionar que, con fondos propios de la carrera, provenientes de cursos y talleres se pudo realizar la implementación de un depósito de herramientas y una pequeña área de administración.



Figura 2. Fases de la construcción del vivero agroforestal San Pablo

Fuente: Fotografías docente y estudiantes de investigación

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSGRADO



4.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5

Difundir los resultados del estudio de la fenología y potencial reproductivo de los rodales semilleros para el conocimiento de la población del municipio de Caranavi y del departamento de La Paz

4.5.1. Productos esperados del Objetivo específico 5.

Se tiene información sistematizada en formato impreso y digital para el conocimiento de la población en general.

4.5.2. Resultados Objetivo 5.

Con toda la información obtenida se elaboró la memoria del proyecto, que a la vez se constituye en un manual técnico que servirá para la enseñanza académica a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

4.6. RESULTADOS FENOLÓGICOS DE ESPECIES FORESTALES

Con los resultados compilados y sistematizados se elaboró un catálogo para identificar las especies forestales y conocer las características fenológicas de cada una de ellas, resultados que responden al objetivo general del proyecto de investigación.

4.6.1. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

A continuación se describen las especies forestales identificadas, con sus características fenológicas, resultado del trabajo en equipo de docentes investigadores y auxiliares de investigación de la carrera de Ingeniería Agronómica UPEA de las gestión 2020 a 2022, tiempo de ejecución del proyecto

LAUREL (*Cordia sp.*)

FAMILIA BORAGINACEAE

Nombres comunes: Cordia, Laurel

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Alcanza 25 m de altura y 50 cm de diámetro; fuste recto, cilíndrico y libre de ramas hasta una altura considerable; copa globosa con ramas caedizas, sin aletones.

CORTEZA: Superficie del tronco de color ceniza claro; corteza externa levemente fisurada, dureza considerable, grosor de 1 cm; corteza interna amarillenta, fibrosa de 1 cm de grosor, oxida hasta adquirir una coloración marrón oscura; corteza de las ramas jóvenes verde y pubescente, con olor poco perceptible.

HOJAS: Simples, enteras, alternas hasta dispuestas en espiral, agrupadas hacia el ápice de las ramas, elípticas hasta ovadas, de ápice acuminado y base asimétrica, verde oscuro y opaco en la cara superior, nerviación prominente en ambas caras, nervios secundarios y terciarios notoriamente reticulados, vistos a trasluz con manchas amarillentas circulares, toda la superficie levemente áspera (como lija fina), cara inferior con pelitos blancos; pecíolos de 1,5 a 2,5 cm de largo, verde amarillentos, caniculares; 2 a 5 ramas ásperas y lenticeladas naciendo de un punto, axilas hinchadas y huecas, hospederos de hormigas.

FRUTOS: Drupas pequeñas, secas, dispuesta en racimos cimosos, que al igual que las ramas nacen de un punto con la axila hinchada, oblongas, con cáliz y estilo persistentes, corola adherida que sirve como medio de dispersión, de 10 mm de largo y aproximadamente 3 a 4 mm de diámetro, con una semilla.

CONDICIONES AMBIENTALES Y DISTRIBUCIÓN: San Pablo en bosques secundarios, entre los 800 y 1200 m.s.n.m., en suelos con topografía ondulada hasta plana, de textura franco arenoso hasta franco limoso.

SILVICULTURA: Reproducción por medio de semillas, dispersión anemófila, en los claros de bosque su regeneración natural es abundante formando grupos de 5 a 7 individuos, con una capacidad de rebrote excepcional, florece entre mayo a junio, sus frutos se obtienen del árbol entre los meses de septiembre y octubre. Las semillas previamente procesadas se



siembran al boleto en almacigueras, germinan entre 10 y 14 días con 50-60 % de capacidad germinativa, luego se pueden repicar a macetas, muy resistentes. Cada kg contiene 40.000 hasta 50.000 semillas.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Las características de la madera tiene un peso específico básico entre 650 y 750 kg/m³, el color de la madera seca es castaño amarillento a café dorado con bandas café oscuras, albura notoriamente diferente al duramen, grano recto, textura fina, muestra una facilidad al secado natural, no se deforma, con resistencia a la absorción del agua y a las plagas.

USOS: Se utilizar en trabajos de ebanistería, en general para la fabricación de muebles como sillas y mesas, obteniéndose acabados muy brillantes (PIAF, 2002)



Figura 3. Características del LAUREL (*Cordia sp.*)

MARA (*Swietenia macrophylla* King)

FAMILIA MELIACEAE

Nombres comunes: Mara, Caoba

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ARBOL: Emergente que alcanza 40 metros de altura y 120 cm de diámetro; fuste cilíndrico y recto, DAP hasta 2m, copa redondeada, frondosa y esférica, aletones pequeños. Fuste cilíndrico y recto, acanalado en la base.

CORTEZA: Superficie del tronco de color marrón oscuro, áspera, levemente fisurada hasta escamosa, con placas alargadas. Corteza interna rosada a rojiza, fibrosa, de sabor amargo fisurada, corteza externa leñosa de color marrón oscuro, se desprende en forma de láminas rectangulares: corteza interna succulenta, de color rojizo. con olor bastante agradable.

HOJAS: Compuestas, alternas, brillantes en espiral de 25 cm de longitud, paripinnadas, con 10 a 12 folíolos elípticos, enteros, glabros, asimétricos en la base; cara superior verde oscuro, cara inferior amarillenta, nervios secundarios amarillos.

FLORES: Verde amarillentas, perfumadas dispuestas en panículas grandes.

FRUTOS: Cápsulas leñosa de hasta 20 cm de largo por 10 cm de ancho. erectas en el árbol, leñosas. oblongas u ovoides, se abren en 5 valvas, con una capa interior que cubre las semillas, éstas de color café rojizo con alas orientadas hacia el ápice.

PLÁNTULAS: Las primeras hojas son simples con peciolo largos. Posteriormente, antes de que sean pinnadas, trifolioladas. Fácilmente reconocibles por los folíolos subalternos, lámina verde oscura y la nervadura amarillenta.

CONDICIONES AMBIENTALES Y DISTRIBUCION: Especie oportunista, tolera muy poco la sombra, en San Pablo, se encuentra en lugares alejados de los centros poblados, en plantaciones de café y bosques submontanos y en bosques montano húmedos, preferentemente siempreverdes, desde los 400 hasta 1000 m.s.n.m., en suelos firmes con topografías onduladas.

SILVICULTURA: En plantaciones puras es muy atacada por la plaga, *Hypsipyla grandella*, soporta la poda, caducifolia hasta dos veces al año, sobre todo entre agosto y octubre. Florece de octubre a diciembre, con frutos de marzo a septiembre. Las semillas se pueden colectar del árbol desde junio hasta



septiembre, sembrar en almácigos o también en macetas, el riego es importante. El poder germinativo entre los 21 y 30 días con 70%. Cada kg contiene de 1.800 a 2.000 semillas.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Considerada como la madera más fina y valiosa, tiene una textura semidura y semi pesada, fácil de procesar mecánicamente obteniéndose un buen acabado superficial.

USOS: Utilizada en mueblería fina. revestimientos, chapas decorativas. contrachapados, instrumentos musicales. tornería, embarcaciones, juguetería, parquet.



Figura 4. Características de la MARA (*Swietenia macrophylla*)

NOGAL (*Juglans boliviana*)

FAMILIA JUGLANDACEAE Nombres comunes: Nogal, Nogal de monte.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Altura promedio 25 m de alto y 80 cm de DAP; fuste cilíndrico y recto de color oscuro; copa semiesférica redondeada, densa, con ramas gruesas extendidas, follaje bien ordenado, con aletones medianamente desarrollados.

CORTEZA: Superficie del tronco áspera, de color negro a gris oscuro, agrietada con placas de 5 cm de ancho o menos, presenta grietas profundas, longitudinales y alargadas; corteza muerta de 1 cm de grosor, se desprende en laminas rígidas; corteza viva de 0,8 cm de grosor, de color amarillento, olor agradable, con exudado resinoso oscuro. El espesor total de la corteza es de aproximadamente 2 cm.

HOJAS: Compuestas, alternas o dispuestas en espiral, imparipinnadas, de 40 a 60 cm de longitud, base del pecíolo hinchado, con 17 a 21 folíolos de consistencia suave, ligeramente pubescentes, alternos hasta opuestos, de 7 a 10 cm de longitud, cortamente peciolulados, elípticos, denticulados; haz de color verde oscuro, envés verde amarillento con puntos glandulares y nerviación prominente; estrujadas entre los dedos dan un olor agradable. Hojas nuevas rojizas y con nervaduras prominentes en el envés.

FLORES: Verdes las masculinas en amentos largos y las femeninas en espigas de cuatro flores. Florece entre septiembre y octubre y fructifica entre diciembre y febrero.

FRUTOS: Drupas esféricas de color verde y algo carnoso exteriormente, e internamente algo leñoso y de color crema amarillento con surcos longitudinales color café, de 6 a 8 cm de diámetro, epicarpio seríceo, de color verde amarillento, con una nuez o semilla rugosa.

PLÁNTULAS: Hojas compuestas, pinnadas, dispuestas helicoidalmente en el extremo de las ramas, los folíolos son opuestos y con el borde aserrado, la nervadura marcada y pelos glandulares en el envés.

CONDICIONES AMBIENTALES Y DISTRIBUCIÓN: Especie con hábitat natural en altitudes comprendidas entre los 600 y 1.600 m.s.n.m. (raras veces en lugares más bajos), en suelos profundos, con topografía ondulada hasta levemente accidentada, preferentemente con precipitaciones mayores a 2.200 mm.



SILVICULTURA: Decidua, florece de agosto hasta septiembre, se reproduce por semillas y se dispersa a través de la gravedad, a veces con la ayuda de los arroyos, que trasladan sus semillas a lugares más bajos. Con frutos en la copa de noviembre hasta enero, estos muy apetecidos por los animales por lo cual no existe mucha regeneración natural. La época de colecta de semillas es entre enero y marzo, los frutos se recogen del suelo cuando están bien maduros, preferiblemente cuando el pericarpio está completamente descompuesto, la siembra se realiza en platabandas. Las semillas germinan entre los 25 y 35 días con un 70 % de poder germinativo. Cada kg contiene de 40 a 50 semillas.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Madera de color oscuro, semipesado, peso específico básico medio entre 550 y 650 kg/m³, requiere de una etapa de procesamiento hasta llegar al secado óptimo, es muy durable, no es atacada por ningún tipo de plagas.

USOS: Apta para la elaboración de muebles finos, chapas decorativas, pisos parquet, revestimientos, mangos de herramientas, acabados de interiores, juguetería, instrumentos musicales, etc. Semillas son comestibles (PIAF, 2002)



Figura 5. Características del NOGAL (*Juglans boliviana*)



TOCO COLORADO (*Parkia pendula*)

FAMILIA: MIMOSACEAE (LEGUMINOSAE)

Nombre común: Toco colorado, Cerebo.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Muy grande de 45 m de alto o más y 150 cm de DAP. Copa amplia, redondeada en forma de un gran paraguas; ramas alargadas perpendiculares, casi a un mismo nivel; follaje denso verde intenso. Fuste cilíndrico, aletones tabláres más altos que anchos

CORTEZA: Corteza externa marrón claro hasta grisácea; con placas dendriformes que se desprenden dejando cicatrices oscuras. Corteza interna crema con fibras o vetas rojizas, que se oxidan a castaño oscuro.

HOJAS: las hoja se clasificaron como bi compuestas, alternas.

FLORES: Llamativas dispuestas en cabezuelas péndulas, de color rojo.

FRUTO: legumbre negra alargada con una secreción mucosa que cubre la dehiscencia de las semillas.

PLÁNTULAS: Hojas bipinnadas alternas, con glándulas en el peciolo y raquis. Las hojas son distintas a las demás mimosáceas por las vellosidades de color amarillento en todas sus partes y la gran cantidad de foliolos.

DISTRIBUCIÓN: Especie distribuida exclusivamente en la amazonia; en los departamentos de Pando, norte del Beni y La Paz, y noreste de Santa Cruz.

ECOLOGÍA: Especie siempreverde, parcialmente demandante de luz, común en el bosque amazónico de tierra firme del norte del país. Sobre suelos bien drenados y pobres. Florece entre julio y agosto. Fructifica de septiembre a octubre. Inicialmente, los frutos son auto dispersados y, una vez que llegan al suelo, estos pueden ser dispersados por hormigas. En corto tiempo alcanzan el diámetro de corte muy precoz en comparación a otras especies forestales.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Su madera es semidura, de color colorado, se deja trabajar fácilmente, el tiempo de duración de la madera es limitado en condiciones de sub trópico pero es ideal para zonas de valle y altiplano.

USOS: Por sus atributos biológicos empleada en Sistemas Agroforestales en cultivos asociados. Los carpinteros utilizan su madera para la fabricación de diversos muebles que son destinados para mercados de regiones altas, dado

que la madera es susceptible al ataque de termitas en regiones de sub trópico y trópico.



Figura 6. Características del TOCO COLORADO (*Parkia pendula*)



HUASICUCHO (*Centrobium ochroxilum* Rose ex Rudd)

FAMILIA: LEGUMINOSEAE – PAPILIONOIDEAE

Nombre común: Huasicucho, Tejeyeque, Tarara

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Mediano hasta grande de 25 a 30 m de altura y hasta 100 cm de diámetro (DAP); fuste cilíndrico, recto, con 5 a 7 aletones medianamente desarrollados; copa globosa hasta asimétrica de color verde claro intenso, frondosa con ramificación irregular y con muchas ramas gruesas.

CORTEZA: Superficie del tronco levemente fisurada, hasta de 2 cm de profundidad, de color gris hasta plomo negruzco con placas irregulares en arboles grandes y con estrías paralelas en individuos jóvenes. La corteza externa de aproximadamente 0,5 cm de grosor, de dureza considerable; corteza interna de 1 a 1,5 cm de grosor, color crema que oxida a marrón blanquecino con fibras rojizas, con líneas longitudinales y delgadas, inicialmente negras que luego se tornan rojizas, constituidas por las ventanas laticíferas propias de la especie; deja escapar, en forma de gotas diminutas, un látex viscoso de color rojizo; con olor típico a vainas frescas. (PIAF, 2003 y Justiniano et al., 2003).

HOJAS: Son compuestas, imparipinnadas de 40 a 60 cm de largo, alternas hasta espiraladas, con 15 a 21 folíolos opuestos de hasta 10 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho, oblongo elípticos, de ápice apiculado, coriáceos, ásperos, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, con numerosas glándulas en forma de escamas, olor algo agradable, nerviación prominente.

FLORES: Pequeñas de color amarillo, dispuestas en panículas terminales grandes; cáliz persistente con glándulas en la base, los estambres 10 monadelfos; ovario sésil o cortamente estipulado, punteado glanduloso, con 1-3 óvulos, el estilo encorvado información que coincide por lo descrito por (BOLFOR, 1998).

FRUTOS: Grandes, samaroidales de hasta 17 cm de largo y 10 cm de ancho, verde cuando están inmaduros, marrón oscuro y de consistencia quebradiza cuando maduros, con numerosas espinas aciculares en la cámara seminífera (donde se hallan las semillas), ala distal hasta tres veces mayor a la cámara, (Justiniano et al., 2003). Las semillas se encuentran en número de 2 a 3 por fruto, rodeadas por tejido fibro leñoso. Tienen forma algo cilíndrica, no recta y más bien sinuosa, con apariencia de gusano de hasta 1,5 cm de largo; color crema blanquecino de apariencia y consistencia de nuez. (BOLFOR, 1998)

PLÁNTULAS: Las hojas son similares a las de los árboles adultos, recubiertas por las glándulas peltadas que al estrujarlas son pegajosas, generalmente la regeneración se produce por medio de rebrotes de raíz. La tasa de germinación de la especie es muy lenta y baja.

DISTRIBUCIÓN: La distribución de la especie en Bolivia aún no está debidamente determinada. Killeen et al., (1993) informa haber encontrado ejemplares en bosque de pie de monte en la Provincia Sud Yungas del departamento de La Paz. Sin embargo Justiniano et al., (2003) afirma que el huasicucho es propia de bosques subhúmedos, semidecíduos y semi siempre verdes de las regiones marginales del Precámbrico. En Caranavi se encuentran en altitudes entre 600 y 1450 m.s.n.m., en bosques submontanos o montanos húmedos, de topografía ondulada hasta accidentada, en laderas expuestas y en suelos firmes desde franco arenosos a franco arcillosos (Elbers, J., 1995).

ECOLOGÍA: Se comprobó que un 12% de los árboles de la muestra ocupaban posiciones dominantes en el dosel de bosques bajos, ubicados en fondos de laderas, orillas de arroyos. Según BOLFOR (1998); En la zona de Caranavi se puede encontrar a esta especie asociada con diferentes árboles, tales que cumplen función de producción en la tala de los mismos, de esta manera las especies asociadas positiva o negativamente con respecto a los árboles maduros de Huasicucho (>15 dap).

SILVICULTURA: Especie con capacidad de rebrote excepcional, con buena regeneración natural en lugares intervenidos, con floración desde fines de diciembre hasta abril, época en la que se inicia la fructificación cuya duración es de aproximadamente 6 meses, es decir, hasta septiembre y octubre, lapso que coincide con la época de caída de hojas, en la que se recomienda coleccionar las semillas para su diseminación. Es importante resaltar, que esta actividad debe ejecutarse antes de que los frutos caigan naturalmente, comúnmente se puede coleccionar de 15 a 20 kg de semillas procesadas por árbol (separando las espinas y el ala), la siembra se realiza en almácigos o directamente en el lugar definitivo, de esta manera y con el riego adecuado, las semillas germinan normalmente entre los 21 y 30 días en un 80%. Cada kg contiene 90 semillas (procesadas).

PROPIEDADES DE LA MADERA: Su madera es semidura, de color marrón claro con veteados oscuros, se deja trabajar fácilmente, con durabilidad garantizada incluso en lugares tropicales húmedos.

USOS: Por sus atributos biológicos empleada en Sistemas Agroforestales en cultivos asociados. Los carpinteros utilizan su madera para la fabricación



de diversos muebles, así como para la fabricación de parquet, machimbre, decorados, etc.



Figura 7. Características del HUASICUCHO (*Centrolobium ochroxilum*)

CEDRO BLANCO (*Cedrela fissilis Vell.*) FAMILIA MELIACEAE

Nombre común: Cedro.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Alcanza 35 m de altura y 120 cm de diámetro (DAP); fuste más o menos cilíndrico estrechándose al extremo, recto, con 3 a 5 aletones medianos; copa irregular esférica densa. Fuste cilíndrico a cónico, con aletones pequeños de hasta 60 cm de alto

CORTEZA: Superficie del tronco, de color castaño claro, claramente fisurada, hasta de 3 cm de profundidad; corteza muerta dura, quebradiza, de 2 cm de espesor; corteza viva de color rosado claro, de 2 cm de grosor, suave, corchosa hasta laminar, de agradable fragancia.

HOJAS: Compuestas, alternas imparipinnadas o a veces paripinnadas con el folíolo terminal poco desarrollado, dispuestas en espiral, de 40 a 80 cm de longitud, con 12 a 20 folíolos opuestos o alternos, verde oscuros en la cara superior y verde pálido en la cara inferior; raquis amarillento; al ser estrujadas en los dedos despiden un fuerte olor a cebolla o ajo.

FLORES: Son pequeñas, blanquecinas, en panículas terminales, grandes y con fragancia.

FRUTOS: Cápsula ovoide leñosa, péndula grisácea, con lenticelas elípticas distribuidas irregularmente en todo el fruto, de 4 cm de largo y 3 cm de ancho, dehiscente, con numerosas manchas blancas, con 4 a 5 valvas que al abrirse forman una especie de roseta, semillas pequeñas, con alas membranáceas, de color canela, de 2 a 3 cm de largo.

PLÁNTULAS: Las hojas son similares a las de árboles maduros, compuestas e imparipinnadas y fácil de identificar por el fuerte olor a ajo cuando se las estruja. Se diferencia de otras especies del género, por tener indumentos de pelos simples y los folíolos más grandes.

DISTRIBUCIÓN: Se encuentra distribuida entre los 400 y 1000 m.s.n.m., en bosques Submontanos, con poca frecuencia en bosques de transición amazónica y rara vez en bosques montano húmedos, en suelos profundos comúnmente franco arenosos y moderadamente ondulados, su presencia es mayor en el norte del Departamento de La Paz, y poco en la región amazónica de Bolivia.

ECOLOGÍA: Especie decidua, parcialmente demandante de luz, característica



del bosques de transición a los bosques más húmedos. Crece rápidamente en claros. Florece al inicio de la época húmeda. Las semillas son dispersadas por el viento.

SILVICULTURA: Florece desde octubre a diciembre, la maduración de los frutos tarda desde abril hasta septiembre, defolia por completo entre agosto y octubre de 1 a 2 meses. Si bien produce grandes cantidades de semillas, al parecer las condiciones existentes bajo el dosel no son las adecuadas para la regeneración natural, se recomienda coleccionar los frutos del árbol, antes de que se abran las cápsulas (PAF, 2003). Después de procesar las semillas, sembrar al boleto en almácigos, de esta manera entre los 12 a 15 días germinan entre 70 y 90 % de las semillas. Cada kg contiene 25.000 semillas aproximadamente.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Madera blanda y suave, peso específico básico medio entre 500 y 750 kg/m³.

USOS: Se utiliza en mueblería fina, ebanistería, chapas decorativas, contrachapados, puertas, ventanas, tallados, revestimientos, se deja trabajar fácilmente y es durable.



Figura 8. Características CEDRO BLANCO (*Cedrela fissilis Vell.*)

ROBLE (*Amburana cearensis*) (Allemão) A. C. Smith

LEGUMINOSAE - PAPILIONOIDEAE

Nombres comunes: Roble, Tumi, Soriocó.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Alcanza hasta 30 m de altura y 150 cm de diámetro (DAP); fuste cilíndrico, de aspecto débil y torcido cuando joven, pero vigoroso y recto en maduro; copa mediana verde intensa, con ramas torcidas, horizontalmente extendidas. Copa redonda, el follaje poco denso, de color verde grisáceo, las ramas ascendentes poco ramificadas.

CORTEZA: La corteza externa lisa de color marrón rojizo, aparentemente lisa, parte superior con manchas blanquecinas temporales ocasionadas por la corteza muerta exfoliante, que se desprende en forma de papel, está a la presión de los dedos se rompe en partículas. pequeñas (polvo); corteza viva de color amarillento de 1 cm de espesor, granulada, de olor agradable, exuda una resina gomosa amarillenta.

HOJAS: Son compuestas, alternas, imparipinnadas, de 10 a 25 cm de longitud, con 7 a 12 folíolos alternos, de borde entero, de 3 a 4 cm de largo, ovalados, pubescentes

FLORES: De color amarillo blanquecinas, dispuestas en racimos axilares.

FRUTO: En legumbre leñosa, alargada, con 1 a 3 semillas de aspecto samaroides.

PLÁNTULAS: Hojas de similares características a las de los árboles adultos, estas tienen las hojas compuestas, los folíolos alternos, oblongos, el borde entero, la base redondeada y el envés blanquecino. Tienen un olor característico cuando se las estruja.

DISTRIBUCIÓN: Ampliamente distribuidas en los departamentos de Pando, Beni, La Paz y Santa Cruz. Desde 200 a los 1600 msnm.

ECOLOGÍA: Es una especie emergente, decidua, parcialmente demandante de luz, común en el bosque latifoliado semideciduo, bosque amazónico y zonas de transición a bosque montano húmedo. Generalmente en suelos poco profundos, bien drenados, cerca de afloramientos rocosos. Florece de marzo a mayo; los frutos maduran entre julio y septiembre. Semillas dispersadas por el viento.



SILVICULTURA: Su multiplicación es reproduce por semillas, puede también propagarse por estacas, con capacidad de rebrote excepcional. Semillas de amplia dispersión por medio del viento, con floración anormal, es decir, no florece ni fructifica regularmente probablemente debido a fenómenos climáticos, pero cuando florece ocurre entre los meses de abril y mayo y fructifica desde mayo hasta septiembre. Regeneración muy reducida en su hábitat (por falta de humedad para la germinación de semillas y por ataque de plagas), la semilla se colecta del árbol, la siembra se realiza en macetas, pero también en almacigueras, las semillas frescas germinan en un 70% entre los 12 y 15 días. Cada kg contiene 1.500 a 1,700 semillas.

PROPIEDADES DE LA MADERA: La madera es de color blanco amarillento, semidura, semipesado, peso específico básico medio entre 550 y 750 kg/m³, olor fuerte característico cuando está recién cortado, se deja trabajar fácilmente (PIAF,2003).

USOS: Se utiliza en carpintería (muebles finos), ebanistería, obras de interiores y exteriores, chapas decorativas, parquet. revestimiento, juguetería, tallados, tonelería, etc.



Figura 9. Características ROBLE (*Amburana cearensis*)

TOCO BLANCO (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong

MIMOSACEAE - LEGUMINOSAE

Nombres comunes: Toco, Cerebo, oreja de mono, tumbay, pacará, timboi

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Tamaño mediano llega hasta 30 m de altura y 100 cm de DAP, Copa desplegada, grande, irregular, algo plana, con ramas frondosas. Fuste cilíndrico y grueso.

CORTEZA: Corteza externa escamosa, grisácea, con grietas longitudinales, levemente áspera, con lenticelas alargadas. Corteza interna fibrosa, de color crema café, un poco pegajosa.

HOJAS: Son alternas, bicompuestas, foliolos opuestos, foliolulos opuestos, asimétricos, mucronados y numerosos, raquis con glándulas.

FLORES: Flores tubulosas, pequeñas, hermafroditas, con numerosos estambres, de color blanco, dispuestas en capítulos.

FRUTO: Legumbre leñosa y retorcida, semejante a una oreja, verde cuando inmaduro y negro a la madurez. Semillas numerosas.

PLÁNTULAS: Hojas con pinnas opuestas, foliolulos opuestos, y de mayor tamaño que las hojas de las plantas adultas.

DISTRIBUCIÓN: Árbol de amplia distribución en diferentes tipos de bosques de los Departamentos de La Paz (Municipios de Alto Beni, Caranavi, Abel Iturralde), Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija, Beni y Pando.

ECOLOGÍA: Especie decidua al fructificar. Crece en los bosques semidecuidos, t es frecuente en el bosque seco y húmedo. Prefiere suelos arenosos. Florece entre septiembre y noviembre, y es posible encontrar frutos entre marzo y septiembre.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Su madera es blanda, de color blanquecino, se deja trabajar fácilmente, el tiempo de duración de la madera es limitado en condiciones de sub trópico pero es ideal para zonas frías.

USOS: Por sus atributos biológicos empleada en Sistemas Agroforestales en cultivos asociados. Los carpinteros utilizan su madera para la fabricación de diversos muebles que son destinados para mercados de regiones altas, dado



que la madera es susceptible al ataque de termitas en regiones de sub trópico y trópico.



Figura 10. Características TOCO (*Enterolobium contortisiliquum*)

VERDOLAGO AMARILLO (*Terminalia oblonga*) (Ruiz & Pavón) Steudel)

FAMILIA COMBRETACEAE

Nombres comunes: Verdolago, Verdolago amarillo.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: Mediano a estrato alto, alcanza más de 30 a 40 m de alto y con 60 a 100 cm de DAP, copa irregular a globosa de color verde oscuro no muy denso, marrón cuando está en flor o fruto, con ramas típicas curvadas, fuste irregular cilíndrico hasta anguloso, aletones tablares en la base del ronco de 30 a 50 cm de alto.

CORTEZA: Tronco anguloso en la base, color castaño amarillento, de lejos aparentemente liso, corteza externa marrón claro hasta grisácea, fisurada con placas rectangulares, delgadas, que se desprenden dejando cicatrices oscuras. Corteza interna amarillenta que se oxida al instante hasta adquirir una coloración mostaza; olor no perceptible, sin látex.

HOJAS: Son típicamente agrupadas al final de las ramas, simples, alternas o dispuestas en espiral, láminas de 6 a 10 cm de longitud y 3 a 5 cm de ancho, obovadas, atenuadas en la base, coriáceas, ápice redondeado a agudo, pinnatinervadas, nervio principal prominente en ambas caras, nervios terciarios reticulados, pecíolos de 1 cm de largo; ramas delgadas, suavemente curvadas, con pilosidad, triangulares hacia el ápice, con lenticelas pequeñas de color negro.

FLORES: Flores de color amarillo en racimos axilares.

FRUTOS: En Samaras doblemente aladas, pequeñas de 1 cm ancho por 2,5 cm de largo, coriáceas, de color amarillento verdoso, cada fruto con una semilla diminuta en la cámara.

PLÁNTULAS: Hojas simples, alternas ubicadas hacia el final de las ramas, la más nuevas de color rojizo con las ramitas y peciolo pilosos.

DISTRIBUCIÓN: Se encuentra ampliamente distribuida en casi toda la zona de del norte de La Paz, norte y este de Cochabamba hasta la zona central de Santa Cruz.

ECOLOGÍA: Especie semidecidua, parcialmente demandante de luz, muy común en bosques de la cuenca amazónica. Sobre una variedad de suelos bien drenados. Florece abundantemente de marzo a abril; fructifica entre julio y



octubre. Frutos y semilla diseminados por el aire.

SILVICULTURA: Tolerante a la poda, la regeneración natural es abundante, encontrándose gran cantidad de brinzales en claros de bosque. Florece desde diciembre hasta febrero, fructifica entre abril y septiembre. No se tiene mucha información sobre su diseminación artificial, sin embargo, un kilogramo de semilla contiene entre 9.000 a 12.000 unidades.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Madera dura y pesada con un peso específico básico alto entre 750 y 950 kg/m³. Es fácil de aserrar y con buena aptitud para el labrado.

USOS: Localmente es considerada como una maderas alternativa para su uso en carpintería, es empleada e la fabricación de muebles, chapas, artículos deportivos, cajonería y construcción en general y en la construcción rústica de casas.



Figura 11. Características VERDOLAGO AMARILLO (*Terminalia oblonga*)

ISIGO (*Tetragastris altissima*) (Aubl.) Swart.

FAMILIA BURSERACEAE

Nombres comunes: Isigo, Isigo colorado.

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: El árbol es grande, alcanza 30 m de altura y 80 cm de diámetro DAP; fuste cilíndrico, derecho; copa frondosa, aparasolada, con aletones medianos en la base. Copa asimétrica hasta irregular, densa y mayor al fuste.

CORTEZA: Superficie del tronco gris claro, casi lisa, con pequeñas lenticelas, individuos maduros con manchas circulares como producto del desprendimiento de la corteza muerta, corteza interna viva inicialmente sin ningún olor, quebradiza de color rosado amarillento, de 1,5 cm de grosor total, el corte deja escapar después de un tiempo gotitas de resina, que friccionadas entre los dedos dan un olor agradable, las heridas ocasionadas en el tronco muestran gotitas blanquecinas de olor muy agradable y duradero.

HOJAS: Compuestas, alternas imparipinnadas de 20 a 25 cm de longitud, de 5 a 7 foliolos con olor a manga verde

FLORES: Flores pequeñas en panículas terminales grandes.

FRUTOS: Cápsulas globosas, asimétricas, dehiscentes, resinosas, pericarpio duro, con 1 a 2 semillas ovoide-aplanadas de color amarillo claro, cubiertas por un arilo blanco dulce, agradable.

PLÁNTULAS: Hojas imparipinnadas, similares a las de árboles grandes, pero en etapas tempranas (plantines) de desarrollo son simples hasta trifolioladas. Son fáciles de distinguir por el fuerte olor a manga verde cuando son estrujadas.

DISTRIBUCIÓN: Esta especie se encuentra en Caranavi San Pablo desde los 450 a los 1300 m.s.n.m., en lugares con topografía ondulada hasta levemente accidentada y en suelos de diferentes texturas, moderadamente fértiles.

ECOLOGÍA: Especie siempreverde, tolerante a la sombra. Abundante en etapas maduras del bosque húmedo amazónico de tierra firme y del bosque húmedo del precámbrico. Crece en suelos pobres, rojos, de fácil drenaje. Florece de septiembre a octubre. Las semillas son dispersadas junto con el fruto por animales que lo consumen.

SILVICULTURA: Con una regeneración natural bastante regular, se reproduce por



semillas formando grupos, con flores en septiembre, con frutos en noviembre. Las semillas se pueden colectar en enero, germinan aproximadamente a los 15 días en un 40 %. Cada kg contiene aproximadamente 1200 semillas. Esta especie debe ser domesticada, para ello, se recomienda trabajar primero con plantines de regeneración natural, estos pueden ser hallados entre los meses de enero a febrero.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Madera de color marrón claro, dura y pesada, peso específico básico entre 750 a 900 kg/m³. Presenta dificultades en el trabajo manual pero se consigue un buen acabado.

USOS: Utilizan la madera en la fabricación de diferentes muebles (catres, mesas y sillas), también es empleada para entarimados, escaleras, maderamen, interior y exterior, enrejados, paquetería, construcción pesada, etc.



Figura 12. Características ISIGO (*Tetragastris altissima*)

CEIBO (*Erythrina poeppigiana*)

FAMILIA LEGUMINOSAE Nombres comunes: Ceibo, cámbulo, písamo, poró, cachimbo y cachingo

Características dendrológicas, morfológicas y fenológicas:

ÁRBOL: De tallo múltiple, caduco, a menudo espinoso y de copa extendida, que alcanza alturas de hasta 20-30 m y un DAP, medio de 1.2 m (hasta 2 m). La copa es moderadamente extendida y el tronco en árboles grandes tiende a no tener ramas en los primeros 10-20 m.

CORTEZA: La corteza es pardo verduzca a pardo grisácea, lisa o ligeramente rugosa y con verrugas o espinas.

HOJAS: Las hojas son alternas, con tres hojuelas, de 20-30 cm de largo incluyendo los pecíolos con pelillos.

FLORES: Las flores dispuestas en racimos tienen de 10-20 cm de largo y las flores 5 pétalos vistosos de color naranja.

SEMILLA: Las vainas se recolectan del árbol cuando están maduras y se secan al sol por 3 días antes de obtener las semillas. Hay aproximadamente 4500 semillas/kg. La semilla es ortodoxa y puede permanecer viable por dos o más años almacenada en frío.

PROPAGACIÓN: Se establece fácilmente por semilla o estacas. Para sembrar, las semillas deben pretratarse, remojándolas en agua templada (40°C) por 12 horas. Para estacas, los mejores resultados se producen colocando ramas en capas. Después de 6 semanas, las raíces se forman en el espacio entre las capas, las hojas pueden eliminarse y se corta la parte superior en ángulo de 45° antes de sellar con parafina. Las estacas pueden ser de al menos 1.5 m de ramas de 1-2 años y se plan tan a unos 30 cm de profundidad.

SILVICULTURA: El Ceibo se encuentra en sistemas de plantación perenne para combinar con sistemas de café y cacao, bancos forrajeros, cercas vivas e Inter cultivos con anuales. Cada sistema requiere prácticas de manejo específicas, que determinarán el rendimiento en biomasa, el turno de corta y el retorno económico. Hasta el momento de realizar podas de formación (4-6 meses) se pueden sembrar cultivos bajos de escaso crecimiento. Las podas son necesarias para regular cantidad de luz solar que llega al cultivo (p. ej. floración del café).

PROPIEDADES DE LA MADERA: No se aprovecha la madera por ser el uso más



para asociar con sistemas de cativos.

USOS: Para abono verde, beneficios por medio de la materia orgánica que se incorpora poco a poco al suelo liberando el nitrógeno. La biomasa resultante de las podas son muy buenas para suprimir malas hierbas



Figura 13. Características CEIBO (*Erythrina poeppigiana*)

FLOR DE MAYO (*Ceiba cf. Speciosa*)

FAMILIA BOMBACACEAE

Nombres comunes: Toborochoi, Flor de mayo

ARBOL: Alcanza hasta 30 m de altura y 100 a 150 cm de diámetro; fuste hinchado (abultado en la base), erguido, con 5 a 7 raíces tabulares bien desarrollados; copa aparasolada, en mayo como un florero gigante.

CORTEZA: Superficie del tronco levemente fisurada, áspera, de color gris claro, árboles jóvenes con agujones duros y filosos que luego desaparecen; corteza externa aproximadamente de 1 cm de espesor, de dureza considerable, vidriosa; corteza viva de color rosado claro con líneas blancas, fibrosa, a la exposición del aire se oscurece, olor poco perceptible.

HOJAS: Palmati compuestas, digitadas, con 5 a 7 folíolos oblongos, de 7 a 12 cm de longitud, cerca del ápice denticulados, acuminados, pinnatinervados; cara superior de color verde intenso, cara inferior verde mate.

FRUTOS: Cápsulas ovoides, lignificadas, de 10 a 15 cm de longitud, con 5 valvas, dehiscentes; semillas numerosas de 0,5 cm de diámetro, negras, envueltas en abundante fibra y algodonosa bastante liviana, de color blanco.

DISTRIBUCIÓN: Tolera la sombra medianamente, en Caranavi crece en altitudes entre los 400 y 1200 m.s.n.m., en suelos comúnmente franco arenosos.

SILVICULTURA: Reproducción por semillas. dispersión anemófila, con buena capacidad de rebrote y crecimiento bastante precoz, regenera abundantemente en claros de bosque con buena exposición. Florece desde mayo a junio, con frutos entre los meses julio y septiembre, caducifolia. La época de colección de semillas es entre septiembre y octubre, obteniendo estas preferentemente del árbol. Se siembra en almácigos y un 80 % de las semillas germinan entre 10 y 12 días. Cada gto contiene aproximadamente 7.000 semillas.

PROPIEDADES DE LA MADERA: Su madera es liviana, de color blanco, fácil de procesar lográndose un buen acabado superficial.

USOS: Apta para la carpintería, ebanistería, alma de contrachapado, cajonería, tornería, juguetería, canoas. Especie importante en la agroforestería sostenible utilizada para el establecimiento de asociados con café, por el gran aporte de materia orgánica al sistema. Utilizada en la ornamentación de plazas y avenidas por constituir un florero gigante. La fibra se emplea para la fabricación de



flotadores, chalecos salvavidas, sacos de dormir y cinturones de seguridad.



Figura 14. Características FLOR DE MAYO (*Ceiba cf. Speciosa*)

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

El proyecto “INVESTIGACIÓN DE LA FENOLOGÍA Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE LOS RODALES FORESTALES EN EL CANTÓN SAN PABLO DE CARANAVI”. A través de la investigación, se logró la descripción de las principales especies forestales del cantón de Pablo. Asimismo, permitió que la carrera de Ingeniería Agronómica de Universidad Pública de El Alto, pueda implementar y manejar un vivero agroforestal en la Estación Experimental sede San Pablo.

Se pudo identificar y caracterizar rodales semilleros forestales en los bosques de las comunidades de cantón San Pablo, y en predios de la Carrera de Ingeniería Agronómica San Pablo - Caranavi.

Se determinó la fenología de reproducción de los rodales semilleros presentes en el bosque de las comunidades de Cantón San Pablo y se respaldó con información secundaria datos complementarios.

Se evaluó el potencial reproductivo y la capacidad germinativa de las semillas, generando datos sobre procesos del poder germinativo de las diferentes especies forestales.

Se implementó un vivero agroforestal de producción permanente de plantas agroforestales y que cuenta con espacios adecuados para la administración y manejo de plantas y para realizar las pruebas de germinación y crecimiento inicial de los plántines.

Se difundirá los resultados del estudio de la fenología y potencial reproductivo de los rodales semilleros para el conocimiento de la población en el municipio de Caranavi y del Departamento de La Paz.

La metodología utilizada para el estudio de la especie ayudó a describir las especies forestales presentes en el Cantón de San pablo Municipio de Caranavi. Con este material los productores de San Pablo, podrán identificar a las especies de su entorno, reconociéndolas por sus principales características.



CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer la protección y manejo sostenible de los recursos forestales identificados en el cantón de San Pablo, tomando en cuenta la legislación vigente (Ley forestal y Ley del Medio Ambiente).

Realizar evaluaciones de las semillas forestales por que tienden a perder el poder germinativo, si no son conservadas adecuadamente, será importante la gestión de un proyecto para almacenamiento de semillas forestales como un banco de germoplasma de semilla forestales.

Realizar estudios de comportamiento de árboles forestales en campo implementando parcelas permanentes de muestreo, desde la fase inicial hasta la fase adulta, de manera anual mediante tesis de grado.

Realizar estudios de doseles de sombra en consorcio con cultivos promisorios como son el Café, los cítricos, cacao y otros bajo arreglos agroforestales, de esta manera medir biomasa en el suelo y la sostenibilidad del suelo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C.; Fassbender, D. 2013. Selección de árboles plus de 7 especies forestales nativas de importancia ecológica y económica. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y Proyecto de Conservación de Bosques Comunitarios (CBC). Lima, PE, s.e. 60 p.
- Alarcón J. 2007. Estructura poblacional y efectos de tratamientos silviculturales en la tasa de crecimiento de especies comunales en un bosque amazónico de Bolivia. Trabajo dirigido para obtener el título de Ingeniero forestal Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Forestales y Pecuarias, escuela de Ciencias Forestales, Cochabamba-Bolivia. Pág. 4
- Alencar, J.; R. Almeida & N. Fernández. 1979. Fenología de especies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazonía central. INPA. Manaus-Brasil. Acta Amazónica, 9 (1): 163-198
- Beck, S. 1988. Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. In Manual de Ecología, Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pág. 233-271.
- Beck, S. G., T. J. Killeen y E. E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: T. J. Killeen, E. G. E. y S. G. Beck Title (Eds.). Guía de Arboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia. Pp. 6-23.
- Bolfor 1997. Normas técnicas para la elaboración de instrumento de manejo forestal sostenible (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas), en propiedades privadas o concesión, Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente, La Paz, Bolivia 62 pág.
- CEIBO, 2002. Guía de Especies Forestales de Alto Beni, Sub programa de Aprovechamiento forestal PIAF – El CEIBO, Sapecho La Paz BO. 196 p.
- Chávez C., M. E. 1997. Diagnóstico de plantaciones forestales en la zona de Lomerío, informe presentado a APCOB, Santa Cruz, Bolivia.
- Clavijo, A. 1999 Estudio dendrológico y anatómico de las especies de molle (Schinus molle), Aliso (Agnus acuminata), algarrobo (Prosopis laevigata), Soto (Schinopsis haenkeana), y Jacaranda (Jacaranda mimosifolia). Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.



- Deutscher Entwicklungsdienst (DED), Servicio de cooperación Social Técnica, 2007. Sistemas Agroforestales, Experiencias del DED en tres regiones de Bolivia. Bolivia, 2007. 24 p.
- Domenech, T., J. 1991. Atlas de Bolivia. Editorial Jover Barcelona, España. 44 p.
- Elbers, J., 1995. Estudio y Caracterización de suelos en zonas tropicales de América Latina.
- FAO, 1994. Memoria: consulta de expertos sobre el avance de la agroforestería en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe, D.F. Santiago de Chile. In L. Krisnamurthy, 1996. V Curso –internacional de Entretenimiento. Vol. I. México. Pp. 93-103.
- FAO, USAID, 1997. Manual de Métodos de Campo, Herramientas de Diagnostico para apoyar los Sistemas de Manejo Conjunto de Bosques. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 99 p.
- FAO. 2002. Los bosques pueden contribuir al alivio de la pobreza. Non-Wood Forest Products. Roma, Italia. 9: 19-20.
- Fournier, L.A. & C. Charpantier. 1976. El tamaño de la muestra y la frecuencia de observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba 25: 45-48
- Fournier, L. 1981. Importancia de los Sistemas Agroforestales en Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 5(1/2): 141-147.
- Goitia, L. 2003. Manual de dasonomía y selvicultura, texto de enseñanza. Universidad mayor de San Andrés.
- González, J. A., G. J. Scrocchi y E. O. Lavilla, (Eds.). 1999. Relevamiento de la biodiversidad de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía (Tarija, Bolivia). Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Hart, D., R., 1985. Agro ecosistemas: Conceptos básicos. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie Materiales de enseñanza No. 1. Turrialba, Costa Rica. 159 p.
- INIAT – OIMT, 1996. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria y organización Internacional de Maderas tropicales, Manual de Identificación de especies forestales de la subregión Andina Lima Perú.

- Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas y P. Saravia. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical deciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827.
- Killeen, T.; Beck, S.; García, E. 1993. Guía de árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología U.M.S.A. La Paz- Bolivia. 958 pág.
- Lara, R. 1988. Manual de dendrologia boliviana. CUMAT COTESU La Paz, Bolivia 268 p.
- Mantovani, M., A.R. Ruschel, M. Sedrez dos Reis, A. Puchalski & R.O. Nodari. 2003. Fenología reproductiva de especies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Rev. Árvore* 27: 451-458.
- Mostacedo, B.; Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Mostacedo, B.; Justiniano, J.; Toledo, M.; Fredericksen, T. 2001. Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 215 p.
- Mostacedo, B.; Justiniano, J.; Toledo, M.; Fredericksen, T. 2003. Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. 2da edición, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 231 p.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación* 2: 3-37.
- Padilla, S. 1986. Producción de Plantines Forestales en Vivero. Manual Silvo agropecuario del servicio Silvo Agropecuario (SESA). Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) tomo 5 Lima Perú, Pág. 45-49
- Plan de Desarrollo Municipal 2010. Municipio de Caranavi.
- PIAF - El Ceibo (Programa de Implementaciones Agroecológicas y Forestales). 2003. Sub - Programa de Aprovechamiento Forestal. Guía de especies forestales del Alto Beni. Sapecho. 196 p.
- PIAF- EL CEIBO, 2002. Guía de árboles maderables del Alto Beni, Sapecho, Alto Beni, La Paz-Bolivia. 196 p.
- Pinard, M.A. Y Huffman J. 1997. Fire resistance and bark properties of trees in a seasonally dry forest in eastern Bolivia. *En Journal of Tropical Ecology*.



- Pomier, K., 2006. Descripción dendrológica y determinar el proceso de germinación de dos especies de acacia, utilizando dos tipos de sustrato y dos métodos de tratamiento pre-germinativo, en el vivero forestal de Cota Cota. Provincia Murillo-La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Rodríguez M., Sibille, A. 1996. Manual de identificación de especies forestales de sub región andina. INIAT-Perú, OINT. Lima, PE. 98 p.
- Rodríguez, R., M. 1991 Morfología y anatomía vegetal, Editorial. Los Amigos del libro. Cochabamba, Bolivia. 465 p.
- Schulenberg, T. S. y K. Awbrey (Eds.). 1997. A rapid assessment of the humid forests of South Central Chuquisaca, Bolivia. Conservation International, Washington D. C., Estados Unidos.
- Somarriba, E. 1998. Diagnóstico y Diseño Agroforestal. Agroforestería en las Américas. 5 (17-18): 68-72.
- Superintendencia Forestal. 1999. Potencial de los bosques naturales de Bolivia para producción forestal permanente. Superintendencia Forestal, Santa Cruz, Bolivia.
- Talora, D.C. & P.C. Morellato. 2000. Fenología de especies arbóreas em floresta de planicie litorânea do sudeste do Brasil. Rev. Bras. Bot. 23: 13-26
- Terán, J. y C. M. Marañón. 2001. Regeneración de especies maderables en el bosque tucumano-boliviano. En: B. M. y T. S. Fredericksen (Eds.). Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia. Torrico, G., C. Peca, S. Beck y E. E. García. 1994. Leñosas Útiles de Potosí. Proyecto FAO/HOLANDA/CDF, Potosí, Bolivia.
- Vargas M.J. 1987. Anatomía y tecnología de la madera, manual del técnico forestal. ETSFOR misión forestal Alemana UMSS, Cochabamba, Bolivia 124 p.
- Vargas, I. G., A. Lawrence y M. Eid. 2000. Árboles y arbustos para sistemas agroforestales en los valles interandinos de Santa Cruz, Bolivia. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Vílchez, B. & O. Rocha. 2004. Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Kurú: Rev. For.* 1: 1-14.

Villarreal, Q. J. 1993. *Introducción a la Botánica Forestal*. Segunda Edición trillas. México distrito Federal, México. 151 p.

8. ANEXOS



Construcción de lo germinadoras forestales



Platabandas de evaluación de semilla forestal



Procesos de escarificación de semilla forestal



Proceso de germinación de semilla de TOCO BLANCO



Germinación de semilla forestal



Evaluación del desarrollo de plantines forestales



Comportamiento de especies forestales en germinadero



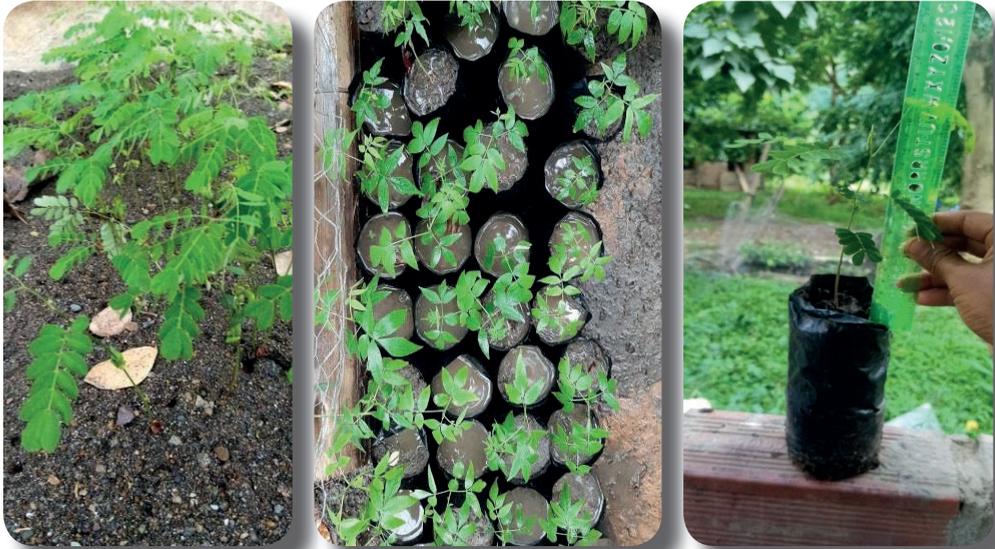
Proceso de geminación de semilla de MARA (*Swietenia macrophylla*)



Proceso de germinación de semilla de HUASICUCHO
(*Centrolobium ochroxylum*)



Plantas en maceta evaluación en vivero



Proceso de evaluación en vivero semilla de TOCO BLANCO
(*Shizolobium amazonicum*)



Proceso de germinación de semilla de CEDRO (*Cedrela odorata*)



Materiales de construcción para el vivero agroforestal



Implementación del vivero agroforestal San Pablo



Construcción del Vivero Agroforestal



Costura de malla Saran para semisombra del vivero Agroforestal



Implementación de malla Saran para semisombra del vivero Agroforestal



Trabajo colectivo con estudiantes de la carrera Ingeniería Agronómica San Pablo



Pintado del Vivero Agroforestal



Vivero Agroforestal concluido



Trabajo Modular San Pablo y pre entrega vivero Agroforestal



Entrega Vivero Agroforestal en San Pablo



Entrega de herramientas para funcionalidad del vivero agroforestal



Traslado de tanque de agua al vivero agroforestal



Embolsado con sustrato trabajo modular



Enfilado de macetas vivero Agroforestal



Trabajos con estudiantes en vivero Agroforestal



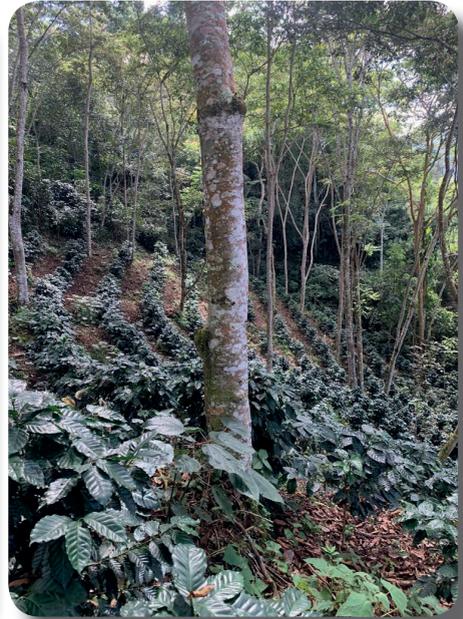
Trabajos vivero Agroforestal para su funcionamiento



Interacción social, capacitación en sistemas agroforestales



Evaluación de sombra en sistemas agroforestales con café



Interacción Social con Productores de San Pablo



Interacción Universitaria, investigaciones realizadas en calidad de tesis



Socialización del proyecto a Estudiantes en condición de Egreso



Capacitación, socialización y visitas a instituciones



Socialización y visitas de instituciones



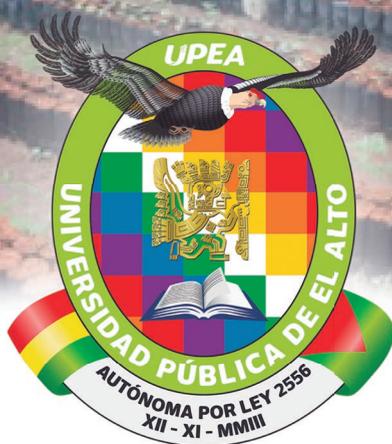
Visitas de autoridades de la carrera de Ingeniería Agronómica



Difusión y socialización del proyecto en medios de la UPEA



Docentes y estudiantes



DIRECCIÓN: AV. SUCRE (VILLA ESPERANZA) S/N
TEL: (591-2) + 2844177
FAX: (591-2) + 2845800
SITIO WEB: WWW.UPEA.EDU.BO