

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“EVALUACIÓN DE SITIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
PLANTACIONES FORESTALES DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma
crinita*), CON FINES COMERCIALES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

GUILLERMO HUAYAMA ANDRADE

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“EVALUACIÓN DE SITIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
PLANTACIONES FORESTALES DE BOLAINA BLANCA
(*GUAZUMA CRINITA*), CON FINES COMERCIALES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

GUILLERMO HUAYAMA ANDRADE

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

*Ing. Manuel Chavesta Custodio, Dr.
Presidente*

*Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano
Miembro*

*Ing. Carlos Rafael Vargas Salas
Miembro*

*Ing. Julio Cesar Alegre Orihuela, Ph.D
Asesor*

DEDICATORIA

A mi familia, por todo el apoyo brindado y por la confianza que siempre depositan en mí.

A mi padre, quien desde dónde se encuentre guía mis decisiones y estoy seguro de que festeja mis logros.

A mis amigos, por los ánimos día con día.

A todos los que estuvieron presentes en mis pequeños logros obtenidos.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	CAPITULO I.....	2
2.1.	Descripción de la empresa	2
2.1.1.	Ubicación.....	2
2.1.2.	Actividad.	2
2.1.3.	Organización.....	2
2.2.	Descripción general de experiencia	3
2.2.1.	Actividad desempeñada.....	3
2.2.2.	Resultados obtenidos.	4
III.	CAPITULO II.....	5
3.1.	Fundamento teórico sobre plantaciones forestales.....	5
3.1.1.	Definición.	5
3.1.2.	Importancia de las plantaciones forestales.	6
3.1.3.	Bolaina blanca (Guazuma crinita).	6
3.2.	Fundamento teórico sobre evaluación de sitios forestales.....	8
3.2.1.	Sitios Forestales.....	8
3.2.2.	Calidad de sitio.	9
3.2.3.	Evaluación de tierras.	9
3.3.	Metodología.....	10
3.3.1.	Área de estudio.	10
3.3.2.	Clima.	11
3.3.3.	Metodología.....	11
IV.	CAPITULO III	15
4.1.	Resultados.....	15
4.1.1.	Análisis espacial.....	15

4.1.2.	Caracterización de suelos en campo y en laboratorio.....	16
4.1.3.	Priorización de suelos y espacialización	18
4.2.	Desarrollo de experiencias.....	20
V.	CONCLUSIONES	22
VI.	RECOMENDACIONES	23
VII.	REFERENCIAS	24
	ANEXOS	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la Empresa Reforestadora Amazónica S.A.	3
Figura 2: Ubicación del Predio evaluado en el distrito de Yuyapichis, Puerto Inca	10
Figura 3: Cobertura del Área Evaluada	16
Figura 4: Perfiles de Suelo distribuidos en la zona según la evaluación realizada en campo	17
Figura 5: Distribución de perfiles aptos y no aptos para la instalación de plantaciones de bolaina.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Requerimientos edafoclimáticos de la especie bolaina blanca.....	13
Tabla 2:Costos de la evaluación	18
Tabla 3:Resultados encontrados en los perfiles evaluados.....	19

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Mapa de Geología de la zona evaluada	27
Anexo 2: Mapa de Fisiografía de la zona evaluada.....	28
Anexo 3: Mapa de Fisiografía de la zona evaluada.....	29
Anexo 4: Fotografías	30

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la evaluación de una zona para determinar si las condiciones de sitio son aptas para realizar la instalación de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*) con fines comerciales y para obtener protocolos de evaluación previo a la compra de un predio por parte de la empresa. Se desarrolló en uno de los predios propiedad de la empresa Reforestadora Amazónica S.A. (RAMSA); ubicado en la región Huánuco, provincia de Puerto Inca, distrito de Yuyapichis. La evaluación se inició en gabinete con información primaria de fisiografía, geología, clima y tipos de suelo en la zona. En el trabajo de campo se obtuvieron muestras de suelo para su respectivo análisis e interpretación con base en los requerimientos de la especie. Se logró elaborar un protocolo de evaluación de predios en beneficio de la empresa; encontrándose que de las 400 hectáreas que posee el predio, solo 264 hectáreas (66%) serían aptas para instalar una plantación de bolaina blanca.

Palabras claves: Bolaina blanca, plantaciones, suelo, muestreo.

ABSTRACT

This work was developed in one of the properties owned by the company Reforestadora Amazónica S.A. (RAMSA), which is located in Yuyapichis, a district from Puerto Inca province, Huánuco region. The area assessment was carried out to determine if the site conditions are suitable for the installation of bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*) plantations with commercial purposes and to obtain assessment protocols prior the purchasing of properties. The evaluation in the office began with primary information on physiography, geology, climate and types of soil in the area, to then do the work in the field obtaining soil samples for their respective analysis and interpretation based on the requirements of the species. An assessment protocol for the benefit of the company was achieved. In addition, it was found that of the 400 hectares owned by the property, only 264 hectares (66%) would be suitable to install a bolaina blanca plantation.

Key words: bolaina blanca, plantation, soil, sampling.

PRESENTACIÓN

En diciembre del 2015 inicia el ejercicio profesional en Ciencias Forestales como practicante en la empresa Reforestadora Amazónica S.A., de capital peruano, integrando el equipo del Área de Operaciones, específicamente, en el proceso de cosecha de plantaciones. En el periodo febrero 2016 - febrero 2017, pasa a integrar el equipo de Evaluación de tierras, teniendo como objetivo principal la evaluación de predios utilizando diversos parámetros para la posterior instalación de plantaciones forestales, principalmente de la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita*). Las funciones desempeñadas se vinculan con las áreas de Silvicultura, Aprovechamiento Forestal, Ecología Forestal y Fotointerpretación.

En abril de 2017 inicia labores como Promotor Ambiental en el Servicio de Parques de Lima (SERPAR), cuya principal función fue capacitar organizaciones sociales de diversos distritos de Lima Metropolitana, en temas relacionados con los servicios ambientales que brindan las áreas verdes y el manejo de especies forestales ornamentales; así como la instalación de áreas verdes en las zonas de intervención. Las plantaciones se realizaron con especies xerófitas, adaptadas a las condiciones de los distritos de Lima, tales como: huaranhuay, meijo, molle costeño, molle serrano, aliso, entre otras. Se logró la capacitación de cerca de 40 organizaciones sociales y la instalación de más de diez mil individuos forestales. Por el tipo de capacitaciones y el trabajo de ejecución realizado, se relacionan con las áreas de Silvicultura y Ecología Forestal.

Desde el 2018 al 2019, como profesional independiente, participa en la evaluación de diversos inventarios forestales en los distritos de Magdalena del Mar, Pueblo Libre y Lince. El objetivo fue realizar el inventario al 100% de los individuos arbóreos presentes en los distritos mencionados y concluir en la obtención de información del estado actual de las especies arbóreas, evaluando además los niveles de riesgo de ciertos individuos, árboles enfermos y cantidad de árboles por especie. El principal aporte de obtener esta data para los distritos es: la toma de decisiones con respecto a la poda, manejo de individuos en riesgo de caída, posibles decisiones de mejora con respecto a las áreas verdes del distrito (dónde plantar más árboles y qué especies colocar). Esto está íntegramente vinculado a las áreas de Silvicultura, Dasometría y Dendrología.

Del 2019 a la actualidad integra el equipo de especialistas del Programa forestal del SERFOR. Como especialista en la cadena productiva de plantaciones forestales, desarrolla las labores de asistencia técnica en los diferentes procesos de la cadena, específicamente en la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita*). Desde la capacitación y diseño de viveros forestales volantes en las distintas comunidades, hasta la asesoría técnica en la cosecha de plantaciones. Incluye asistencia técnica en el manejo, diseño e instalación de plantaciones forestales y su posterior registro en el Registro Nacional de Plantaciones del SERFOR. Los ámbitos de trabajo son las regiones de Ucayali y Loreto. En Ucayali en el distrito de Iparia (comunidades nativas de Sharara y Nueva Esperanza de Tabacoas) y en Loreto en el distrito de Contamana y alrededores (Canaán de Tipishca, Carretera Aguas Calientes y Betania). Las funciones desempeñadas se vinculan al Manejo Forestal, Silvicultura, Medición Forestal, Política Forestal, Aprovechamiento Forestal, Antropología y Economía Forestal.

En el marco de las líneas de investigación de la Facultad de Ciencias Forestales se desempeñó en la línea de Gestión de Bosques y Cuencas, aplicando lo aprendido en los cursos de Ecología General, Dendrología, Medición Forestal, Teledetección, Ecología Forestal, Silvicultura, Sistemas Silviculturales, Aprovechamiento Forestal y Edafología; los cuales brindaron conocimientos como la calidad de sitio, la evaluación de zonas a través de imágenes satelitales y su posterior trabajo en campo para la toma de decisiones a nivel empresarial, y cómo el manejo silvicultural de una especie mejora la calidad de la madera y aumenta su precio para beneficio económico y desarrollo local de los productores involucrados.

I. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales han tomado protagonismo con el pasar del tiempo en diversos países, aunque estas originalmente fueron encaminadas para sustituir los casos de falla en la regeneración de los bosques naturales y daños ocasionados por el hombre o accidentes naturales (Musálem, 2006). En nuestro país el sector forestal enfocado en plantaciones se encuentra en un proceso emergente, debido a problemas sociales, políticos y económicos, que devienen en todavía la poca participación del sector privado, originando aún pocas hectáreas de plantaciones registradas hasta la fecha (40 322 hectáreas), esto se acentúa más, si realizamos una comparación con países solo de América latina, como Chile, Brasil o Uruguay (Guariguata, Arce, Ammour y Capella, 2017).

Además de contribuir a suplir la creciente demanda de madera, las plantaciones proveen servicios ambientales, contribuyen a la recuperación de suelos y de la biodiversidad de tierras degradadas (Montagnini, 2004). Pero uno de los problemas por los que aún no se han desarrollado adecuadamente las plantaciones forestales en el Perú es la insuficiencia de elementos técnicos para su implementación, especialmente cuando se desea establecer especies nativas del bosque húmedo tropical (Flores, 2002). Pero no solo está el factor técnico, si no también factores ecológicos limitantes - uno de ellos - el edafológico. Estos dos factores, el técnico y el ecológico, están intensamente relacionados. El factor suelo, además de ser un limitante ecológico, es un limitante económico, ya que la inversión en el estudio de los suelos enfocado en el establecimiento de plantaciones forestales es relativamente elevada (Valdez, 2016).

El presente estudio se realizó con la finalidad de explicar el procedimiento de evaluación de tierras para la selección de sitios con la finalidad de instalar plantaciones de bolaina blanca con fines comerciales.

II. CAPITULO I

2.1. Descripción de la empresa

2.1.1. Ubicación.

Reforestadora Amazónica S.A. opera en las zonas de Huánuco, Madre de Dios y Pasco.

2.1.2. Actividad.

Reforestadora Amazónica S.A. es una empresa peruana dedicada a la reforestación sostenible. Dedicada al establecimiento y operación de plantaciones forestales propias y de terceros inversionistas. Las actividades de Reforestadora Amazónica abarcan la cadena productiva forestal de plantaciones y comercial de la reforestación: desde la selección de material genético de calidad, la siembra, el mantenimiento y monitoreo de los árboles plantados hasta la comercialización a nivel local e internacional de madera certificada con alto valor agregado (RAMSA, 2015).

2.1.3. Organización.

La empresa Reforestadora Amazónica S.A., como señala la Figura 1, se divide en cuatro áreas: Recursos humanos, Gerencia de operaciones, Evaluación y monitoreo e Investigación y desarrollo, las cuales dependen de la Gerencia General. La Gerencia de operaciones cuenta a su vez con las subáreas de Suelos, Silvicultura y Mantenimiento, en las que se desarrolló el presente trabajo.

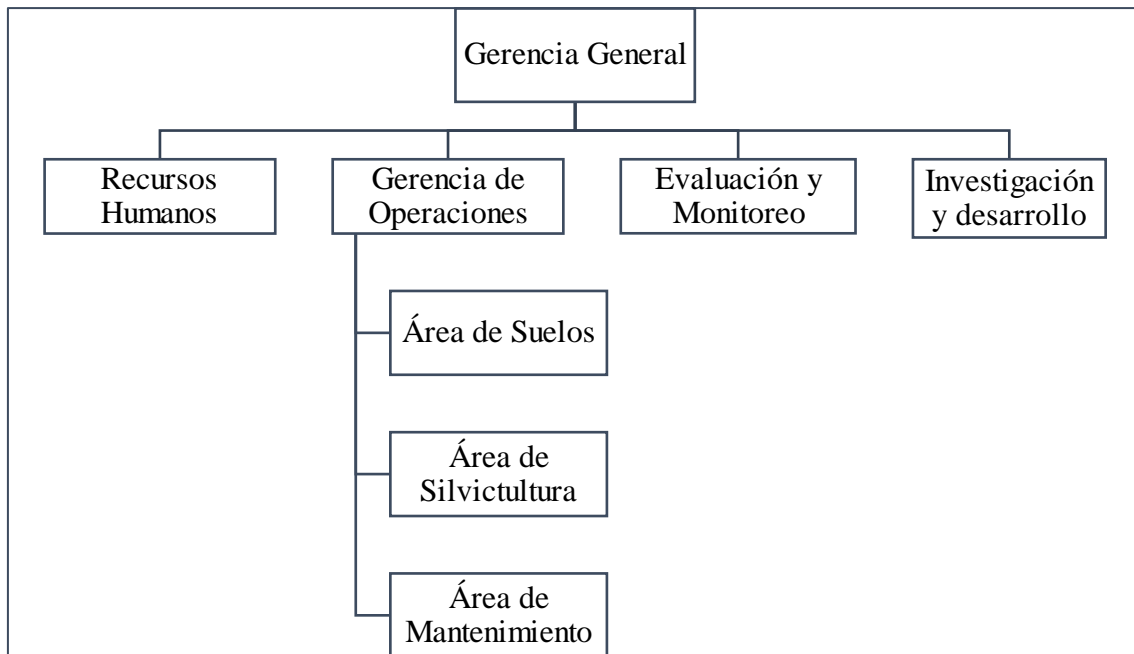


Figura 1: Organigrama de la Empresa Reforestadora Amazónica S.A.

2.2. Descripción general de experiencia

La experiencia recogida incluye el trabajo de la empresa Reforestadora Amazónica en su objetivo de ser una de las empresas más grandes en el Perú en el tema de plantaciones forestales. La evaluación de tierras aptas para instalar plantaciones de bolaina blanca, que incluyan no solo muestreo de suelos, si no también evaluaciones remotas y toma de decisiones económicas, son algunos de los puntos clave para comprender el trabajo descrito en esta experiencia.

2.2.1. Actividad desempeñada.

Las principales actividades realizadas durante el trabajo en la empresa Reforestadora Amazónica S.A. fueron:

- Búsqueda y procesamiento primario de la información geográfica mediante herramientas SIG (*Software Arc Gis 10.2*): Análisis espacial de los aspectos biofísicos como clima (temperatura, precipitación), modelos de elevación digital del terreno (pendientes), Cobertura Vegetal, Geología, saneamiento físico legal y otras características territoriales como títulos habilitantes y/o derecho de uso.
- Elaboración de mapas base para identificar las unidades homogéneas de suelo o tierras a muestrear o caracterizar en campo.

- Procesamiento de los resultados de laboratorio y caracterización de suelos en campo.
- Elaboración de informes sobre los predios analizados: presentación de los datos analizados y exposición de las recomendaciones sobre las zonas con potencial para la instalación de plantaciones forestales.
- Elaboración de mapas finales con la información contrastada: determinación de los sitios aptos para la instalación de plantaciones de bolaina blanca en función del análisis realizado.
- Apoyo en campo para la toma de puntos de control y/o muestreo en campo mediante perfiles o calicatas.
- Colaboración en el análisis de la información, relacionando los datos edafológicos (en campo y en laboratorio) con los requerimientos especificados para la especie.

2.2.2. Resultados obtenidos.

- Determinación de sitios aptos para establecer plantaciones de bolaina blanca asociados a una alta productividad (35 m³/ha/año).
- Priorización de perfiles de suelos asociados a productividad mediante requerimientos paramétricos y modelos de pronóstico de crecimiento basados en variables edáficas.
- Se definió el protocolo para la evaluación de predios antes de ser sujetos de compra por parte de la empresa, tomando en cuenta la metodología mencionada. La empresa adoptó la metodología como parte del procedimiento previo a la intervención en predios de la zona.
- Se logró determinar qué parte del área analizada tiene aptitud para realizar la instalación de plantaciones de bolaina blanca.

III. CAPITULO II

3.1. Fundamento teórico sobre plantaciones forestales

La madera es el único *commoditie* a nivel mundial cuya demanda irá en aumento. El creciente aumento poblacional mundial proyectado al año 2050 es de aproximadamente 9 mil millones de habitantes, lo cual incurrirá en una demanda de madera de 4500 millones de m³ de madera rolliza (0,5 m³ de madera al año por persona) (Muñoz, 2014). Estas cifras dan un panorama positivo para la creación de nuevos negocios y/o consolidación de empresas forestales a nivel mundial a través de las plantaciones forestales. Ejemplos a nivel Latinoamérica y mundial, existen. Muñoz (2014), menciona que países como Chile, Ecuador, Uruguay, entre otros, han desarrollado su industria forestal a través de estas, con la ayuda de tecnología de punta, lo que ha conllevado además a tomar decisiones de políticas públicas que impulsen decididamente las plantaciones forestales con fines comerciales.

3.1.1. Definición.

Según la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N.º 29763, las plantaciones forestales son ecosistemas constituidos a partir de la intervención humana mediante la instalación de una o más especies forestales, nativas o introducidas, con fines de producción de madera o productos forestales diferentes de la madera, de protección, de restauración ecológica, de recreación, de provisión de servicios ambientales o cualquier combinación de los anteriores. Por su parte, la FAO (2002) las define como aquellas que han sido instaladas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación, pudiendo ser especies nativas o introducidas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0,5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10 por ciento de la cubierta de la tierra y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 metros. Además, considera que los términos “bosques hechos por mano humana” o “bosque artificial” son considerados sinónimos.

3.1.2. Importancia de las plantaciones forestales.

Los bosques plantados o plantaciones forestales son un tema forestal central de importancia social, económica y ambiental que siempre está presente como proyecto desarrollo rural en las agendas de todos los gobiernos, como una opción para la ocupación de tierras marginales agrícolas, con fines de protección y/o producción (Whitmore, 1998 citado en Llerena, Hermoza y Llerena, 2007).

El desarrollo de las plantaciones forestales forma parte de un complejo enfoque evolutivo de adaptación para satisfacer las futuras demandas de productos madereros y no madereros y de una gama de servicios ambientales y sociales que los bosques pueden ofrecer (Brown, 2000).

Las plantaciones forestales industriales, también llamadas comerciales, cumplen en forma precisa un objetivo de producción de bienes para la sociedad, y aparte de influir positivamente en la calidad de vida del ser humano, ayudan también en muchas ocasiones a aliviar las presiones que la misma sociedad ejerce sobre los bosques naturales, que cada vez más están siendo reservados para la conservación de la biodiversidad y la regulación de otros recursos naturales como el suelo y el agua (Musálem, 2006).

Por último, es importante resaltar el rol estratégico de las plantaciones forestales en las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. El MINAGRI, a través del Programa Forestal del SERFOR, y el MINAM, mediante el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), vienen trabajando, de manera coordinada y colaborativa, en la importante tarea de asegurar que el patrimonio forestal de la nación continúe brindando de manera permanente su provisión de bienes y servicios a la sociedad peruana y al mundo (Arce, 2015).

3.1.3. Bolaina blanca (*Guazuma crinita*).

Se encuentra en las zonas ecológicas de bosque húmedo premontano (bh – PM) y bosque muy húmedo subtropical (bmh – ST). El rango ecológico de resistencia se caracteriza por una precipitación anual de 1800 – 2500 mm, temperatura media anual de 25°C (Reynel,

Pennington, Pennington, Flores y Daza, 2003), localizándose en altitudes entre 0 – 1000 msnm en terrenos planos ondulados, con pendientes suaves (INIA, 1996).

La bolaina es un árbol de 25 – 80 centímetros de diámetro y de 15 – 30 metros de altura total, con fuste recto y cilíndrico con pequeñas aletas basales y forma de copa globosa irregular, corteza externa lisa a finamente agrietada, color marrón claro a grisáceo, corteza interna fibrosa y conformando un tejido finamente reticulado, color amarillo claro, que oxida rápidamente a marrón. Hojas simples alternas y dísticas. Rama terminal circular con pubescencia ferruginosa hacia las partes apicales. Fruto tipo cápsula globosa, con flores pequeñas de 8 – 12 milímetros de longitud de color rosado (IIAP, 2009).

Especie pionera, presente principalmente en tierras aluviales luego de la explotación agropecuaria, como consecuencia de la tumba y quema realizada por los colonos. Los suelos preferidos de la bolaina son aquellos con buen drenaje, inundables temporalmente, también tolera suelos pobres con cierta deficiencia en el drenaje, pero es baja la tolerancia a la competencia (IIAP, 2009). Debido a sus características ecológicas naturales es propicia para el manejo por pequeños agricultores amazónicos. Sus semillas en cápsulas se dispersan por acción del viento a comienzos de la época de lluvias. Estas semillas germinan fácilmente en suelos inundables, comunes en las regiones amazónicas (Diaz Gonzales, 2007 citado en Putzel et al, 2013). Su crecimiento alcanza un promedio en diámetro de 4,8 cm/año, de manera que se pueden aprovechar postes después de dos años. Los árboles crecen en rodales densos de hasta 1200 árboles/ha en purmas jóvenes (menores de 3 años) y hasta 500 árboles maduros (mayores o iguales a 25 cm DAP) por hectárea después de haber estado sujetos al manejo de pequeños productores con el objeto de obtener madera aserrada (Padoch et al., 2008 citado Putzel, Cronkleton, Larson, Pinedo-Vasquez, Salazar, Sears, 2013).

Wightman et al. (2006) citado por Laura (2018), menciona que la bolaina depende mucho de la calidad del sitio para su desarrollo. No se adapta muy bien a los suelos muy ácidos por ser sensible al aluminio. La bolaina crece bien en sitios fértiles, de suelos francos, franco-arcillosos o arcillosos. En general la presencia de bolaina natural bien desarrollada es un buen indicador de un sitio apto para la plantación de esta especie.

La bolaina se encuentra entre una de las especies recomendadas para la reforestación (Reynel et al., 2003). Debido a sus características de trabajabilidad, la madera es usada en la construcción de casas prefabricadas, en cajonería rústica y fina (embalajes para frutas), en carpintería de puertas y ventanas, fabricación de mondadientes, palitos para chupetes y fósforos, y juguetería (IIAP, 2007 citado en Revilla, 2015). El rápido crecimiento, valor comercial de la madera, poca cobertura de dosel y profuso enraizamiento caracterizan a la bolaina como una de las especies forestales promisorias en sistemas silvopastoriles, en suelos ácidos de la Amazonia peruana.

La OIMT en el Proyecto PD37/88 “Utilización Industrial de Nuevas Especies Forestales en el Perú”, demuestra que la bolaina blanca tiene un enorme potencial para el desarrollo de productos madereros con alto valor agregado para los mercados nacionales e internacionales; esta fue una de las especies líderes que obtuvo mejores respuestas en los componentes tecnológicos, económicos y demanda de los mercados. (OIMT/CNF/INRENA, 1996 citados en Revilla, 2015).

La economía de la producción y el control de calidad total deberán aplicarse en todo el proceso productivo de bolaina blanca para garantizar los rendimientos forestales futuros. Muchas de las áreas de tierras en la Amazonia tienen potencial de desarrollo a partir del establecimiento de sistemas productivos eficientes y competitivos económicamente, basados en tecnologías ambientales aceptables y dicha especie promete rentabilidad futura bajo esas condiciones (Toledo, 1999 citado en Revilla, 2015).

3.2. Fundamento teórico sobre evaluación de sitios forestales

3.2.1. Sitios Forestales.

Para Donoso (1981), el concepto de sitio es de creación y uso en especial forestal, especialmente en la Silvicultura y el Manejo Forestal. Por otro lado, Barnes et al. (1998), citados por Schlatter y Gerding (2014) sostienen que es el término más reconocido a nivel internacional para referirse al ambiente físico de los ecosistemas y lo definen como “una localización geográfica donde viven plantas y animales definida por factores de clima y suelo de características particulares, que permite a esas plantas establecerse y desarrollarse”. El sitio forestal puede definirse como un área de tierra y los factores climáticos, edafológicos y

bióticos que constituyen su medioambiente y que-en conjunto-determinan la capacidad del área para el crecimiento y desarrollo de árboles forestales u otro tipo de vegetación.

La combinación de estos factores ambientales hace que los sitios sean muy diferentes en cuanto al potencial de crecimiento de la vegetación. Habrá entonces sitios buenos, medianos y pobres, en términos generales. Esto se expresa como calidad de sitio. Puesto que la productividad forestal en función de la calidad del sitio varía considerablemente, la importancia de este último es innegable en el Manejo Forestal (Donoso, 1981).

3.2.2. Calidad de sitio.

La calidad de sitio es el resultado de la interacción de los factores clima y suelo que caracterizan un sitio determinado, con la especie o grupo de especies que estén establecidas en él, medido en términos de desarrollo o productividad. En cuestiones de producción, la calidad de sitio se concentra en la medición de individuos, concentrándose en la dimensión que alcanzan los productos que de esos árboles interesa como el volumen de madera (Prodan et al., 1997), citados por Schlatter y Gerding (2014). Además, Lombardi (1982) agrega, a los factores clima y suelo, los factores fisiografía y agentes bióticos.

Daniel et al. (1982), indica que la productividad de los terrenos forestales se define en gran parte por la calidad de sitio, que se estima mediante la máxima cosecha de madera que el bosque produzca en un tiempo determinado.

Malleux y Montenegro (1971), manifiestan que el conocimiento del comportamiento del crecimiento de los árboles con relación a los factores edáficos y ambientales es muy importante y puede ser usado para seleccionar sitios con condiciones favorables.

3.2.3. Evaluación de tierras.

Para conocer las potencialidades de los terrenos a analizar es necesario conocer a detalle las características geomorfológicas, edáficas, el uso actual del suelo y la vegetación para poder realizar una evaluación de tierras (ET). Dicha evaluación según el enfoque de FAO se basa en la interpretación de los atributos físicos de la tierra con respecto a tipos específicos de uso

del suelo y como se puede extender la producción de los cultivos sobre bases sustentables. (Ponce-Hernández, 1984 citado en Rosete, 1998).

En otras palabras, el proceso fundamental en la evaluación de tierras es la comparación o confrontación de los requerimientos de uso de suelo con los atributos de las unidades mapeadas de tierra. Dentro del enfoque de FAO se describen y analizan dos perspectivas paralelas de aproximación al problema, en donde una evaluación biofísica es precedida por una valoración económica (Theocharopoulos et al., 1995 citado en Rosete, 1998).

3.3. Metodología

3.3.1. Área de estudio.

El predio es propiedad de la empresa Reforestadora Amazónica S.A. y posee un área de 400 hectáreas. Como se observa en la figura 2, se encuentra ubicado en la margen derecha del río Pachitea, en el departamento de Huánuco, provincia de Puerto Inca, en el distrito de Yuyapichis.

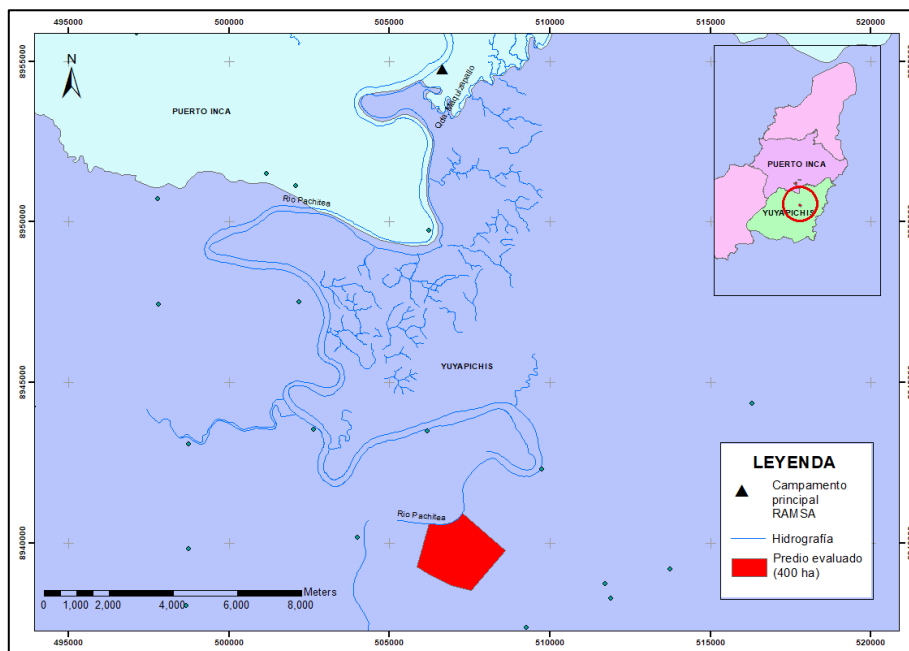


Figura 2: Ubicación del Predio evaluado en el distrito de Yuyapichis, Puerto Inca

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Clima.

En el periodo 2010 - 2014 se registró una temperatura promedio anual de 26 °C, temperatura máxima de 33 °C y temperatura mínima de 19 °C. La humedad relativa promedio es de 90 por ciento. La precipitación anual promedio es de 2 364,6 mm, los meses de mayor precipitación son diciembre - marzo y los meses de menor precipitación son julio - setiembre (DRA Huánuco 2010-2014).

3.3.3. Metodología.

Se describe la metodología para los siguientes escenarios:

- Si el predio no es de la empresa, determinar qué tan factible es la compra considerando su potencial para la instalación de plantaciones de bolaina blanca. El potencial del sitio se evalúa en campo mediante la evaluación del perfil del suelo, de la morfología interna y externa, basado en las características cualitativas básicas (profundidad efectiva, drenaje, textura, etc.).
- Si el predio pertenece a la empresa, explicar las razones por las que las plantaciones ya instaladas tienen un crecimiento marginal y si es recomendable continuar con el manejo o destinar otro tipo de especie para esa zona o en su defecto abandonarla.

Con base en la problemática previamente descrita, se decide invertir en la evaluación de los predios adquiridos tiempo atrás por la empresa. El procedimiento de evaluación utilizado fue propuesto y dirigido por el jefe del Área de Operaciones de la empresa. Cabe resaltar que en el procedimiento descrito a continuación es muy importante la experiencia del evaluador, ya que en función a lo que se observe en campo se realizará la toma de decisiones. El obtener los resultados del perfil de suelos, es una forma de asegurarle a la empresa o al inversionista que existe data que verifica lo que se visualiza en campo.

Cabe indicar, además, que el escenario en el que la empresa tiene predios comprados con sitios no aptos para el crecimiento de la especie (algunos con plantaciones ya instaladas), no es el correcto; sin embargo, este escenario existió, ya que se pensaba que los árboles crecen en cualquier tipo de suelo. No obstante, los resultados demostraron que la especie requiere

características edafoclimáticas singulares para crecer y alcanzar la productividad deseada y en consecuencia generar una buena rentabilidad.

Las fases de evaluación fueron las siguientes:

- **Análisis espacial:** en esta etapa se realizó un análisis de manera remota de la información primaria que se tenga sobre la zona o área de influencia. Los parámetros analizados fueron: clima (por ser una zona relativamente pequeña, las características climáticas no vendrían a ser un factor determinante para el análisis), geología, fisiografía, vegetación, hidrología, suelos. Aquí se identifican las áreas sujetas a evaluación. Es decir, se evalúan todos los componentes biofísicos y se determinan las unidades homogéneas, para luego ratificar o rectificar lo encontrado con la visita a campo.

- **Caracterización de suelos en campo:** Es una de las etapas más importantes dentro del proceso de evaluación. La finalidad de esta etapa fue definir las unidades de muestreo y tomar las muestras que luego fueron analizadas en laboratorio. Para poder encontrar la intensidad de muestreo, se debió evaluar las características principales de la zona y determinar qué tan variable u homogénea es. Esto se logra haciendo dos tipos de análisis:
 - (a) toma de data sobre la topografía, vegetación circundante y los cursos de agua
 - (b) evaluación de las características físicas del suelo: profundidad efectiva, color, drenaje y textura. Con base en esta evaluación, se logró obtener las unidades de muestreo y por último se definió la cantidad de muestras a tomar. Un perfil representa a una determinada zona del terreno.Esto último es importante, ya que no solo se debe ver el factor ecológico, sino también el factor económico. Tomar demasiadas muestras que vayan a laboratorio puede conllevar a elevar los costos de la operación. ¿Cómo se decide las muestras que van a ser sujetas de análisis en laboratorio? En función a la variabilidad que se encuentre en la zona evaluada. A más variabilidad, más muestras se envían a laboratorio.

- **Caracterización de suelos en laboratorio:** las muestras fueron llevadas a laboratorio para su respectivo análisis. El tipo de análisis que se realizó fue el de caracterización (utilizado para conocer las propiedades físicas y químicas del suelo), este fue realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
- **Priorización de suelos y espacialización:** en función a la información de la evaluación primaria y de los resultados del muestreo de suelos obtenidos en laboratorio, se elaboran mapas de zonas potenciales para la instalación de plantaciones de bolaina blanca y, por ende, zonas aptas para ser posteriormente compradas en caso no sean de propiedad de la empresa.

Esta decisión es apoyada por la Tabla 1, la cual lista los requerimientos edafoclimáticos óptimos para la especie en cuestión, y es propiedad de RAMSA La tabla se presenta a continuación:

Tabla 1: Requerimientos edafoclimáticos de la especie bolaina blanca

Parámetros	Valores
Altitud (msnm)	0-1,200
Temperatura (°C)	21-37
Precipitación (mm/año)	1,700-3,200
Estación seca (meses)	<1.5
Relieve	plano y ligeramente ondulado
Pendiente (%)	0-35.
Drenaje	bueno
Textura	media, fina
Profundidad efectiva (cm)	40
pH (1:1)	5.5-7.0
Materia orgánica	>2
P(ppm)	> 10
K(ppm)	> 252
CIC efectiva (meq/100g)	alto (>15)

Ca+2 (meq/100g)	>20
Mg+2 (meq/100g)	>1
K+1 (meq/100g)	>0.5
Al cambiabile (meq/100g)	0
%Sat aluminio	0
%Sat Bases	100

Fuente: I&D Reforestadora Amazónica, 2016

IV. CAPITULO III

4.1. Resultados

Se presentan los resultados de acuerdo con las fases de evaluación.

4.1.1. Análisis espacial.

La evaluación a nivel macro del tipo de suelo predominante en el área de evaluación arrojó que los Typic Dystrudepts son los que más abundan en la zona. También existe un pequeño porcentaje del tipo Asociación Typic Fluvaquents-Typic Dystrudepts. De acuerdo con la leyenda de la FAO (1994), son suelos originados a partir de sedimentos aluviales antiguos y residuales, con materiales moderadamente finos y se localizan en Terrazas medias de drenaje moderado, así como en colinas.

La evaluación realizada sobre las características geológicas de la zona indicó que las formaciones predominantes son Yahuarango y Pozo.

Con respecto a la fisiografía, se apreció que el elemento paisaje predominante son las Lomas moderadamente inclinadas, seguido de la Terraza fluvial baja inundable plana a casi plana.

Con respecto a las características de la cobertura en la zona evaluada, en el análisis espacial se observó que existen zonas degradadas, probablemente convertidas en pasturas. Además, se observó zonas de purma o bosque secundario. Hay que tener en cuenta que la imagen satelital de la Figura 3 es del año 2005, por lo que la zona que se apreció como “pastos”, puede haberse convertido en purma. Lo que se pudo comprobar con la visita a campo.



Figura 3: Cobertura del Área Evaluada

Fuente: Google Earth

4.1.2. Caracterización de suelos en campo y en laboratorio.

- Se contrastó lo obtenido en el análisis espacial con lo visto en campo.
- Se ratificó lo encontrado en el análisis remoto, con ciertas diferencias sobre todo en el tipo de cobertura, debido a que las zonas sin cobertura apreciadas en la imagen satelital fueron reemplazadas por purma.
- A partir de esto se logró definir la cantidad de perfiles a obtener en la zona con base en la variabilidad observada en campo. Se realizó la obtención de muestras de 45 perfiles distribuidos en toda la zona, como se indica en la Figura 4.
- Posterior a la evaluación en campo se obtuvieron los resultados de la caracterización obtenida en laboratorio para su respectiva interpretación en gabinete.

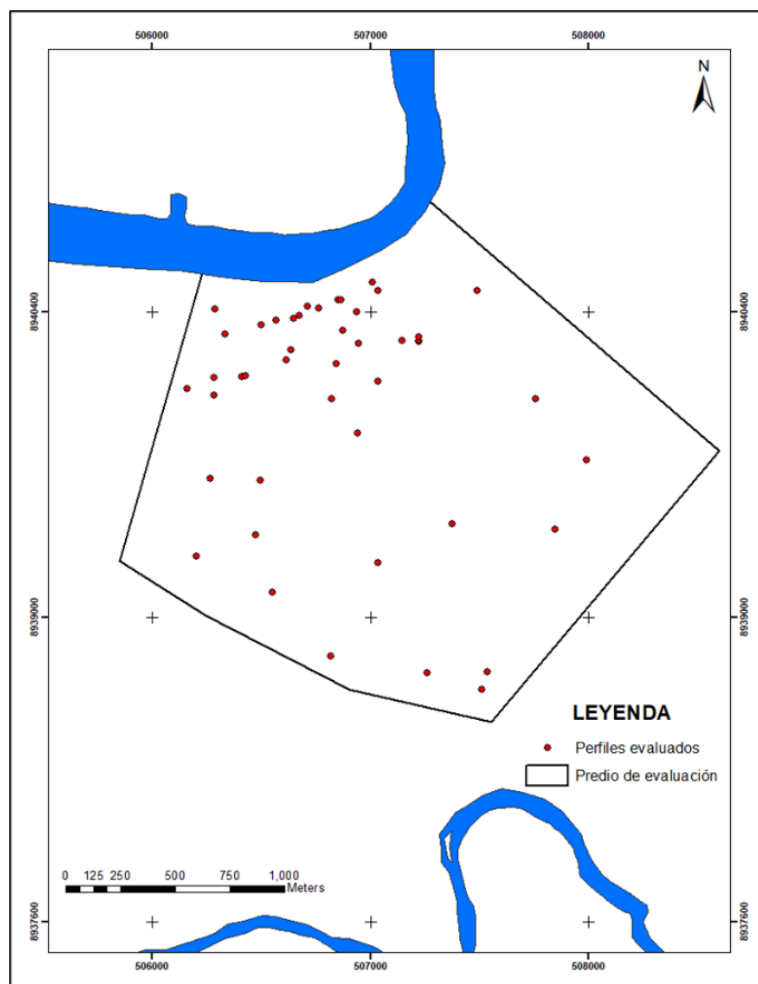


Figura 4: Perfiles de Suelo distribuidos en la zona según la evaluación realizada en campo

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los costos en los que se incurre para realizar estas evaluaciones, todos son variables, debido a que las zonas evaluadas tienen distintas características que podrían aumentar o disminuir los costos, a saber: ubicación, acceso, variabilidad, etc. A continuación, en la Tabla 2 se presentan valores referenciales sobre los costos incurridos en el área de estudio en el distrito de Yuyapichis, cuyo periodo de evaluación en campo fue de 20 días, considerando 7 personas (4 operarios y 1 especialista y 2 asistentes).

Tabla 2: Costos de la evaluación

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Operadores	jornal	3	80	240
Especialistas	sueldo	2	150	300
Análisis de muestras	unidad	45	80	3600
Envío de muestras		1	300	300
Viáticos	unidad	5	120	600
TOTAL				5040

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó en la metodología, más que un costo para la organización, la evaluación previa es una inversión, ya que se evita incurrir en compras de predios con características no recomendadas para la especie. Además, en función al análisis, se puede negociar los precios del predio ofrecido. Otro beneficio de realizar el análisis para la empresa es poder obtener los posibles requerimientos de fertilización, si así se decide.

4.1.3. Priorización de suelos y espacialización

En esta última fase se obtuvo las zonas con aptitud para realizar la posible instalación de plantaciones de bolaina blanca. Además, en la zona existen plantaciones instaladas previamente (de la especie *Tectona grandis*).

Se encontró que de los 45 perfiles evaluados en las 400 ha del predio, solo 36 cumplían con los requerimientos edafoclimáticos mínimos recomendados para la especie. Es decir: suelos con buen drenaje, textura media a fina y profundidad efectiva de 40 cm. Con respecto a las características químicas, en la Tabla 3 presentada a continuación se lista los valores entre los que se encontraron todos los perfiles evaluados.

Tabla 3: Resultados encontrados en los perfiles evaluados

Parámetro	Valor
pH	4.02
M.O (%)	>2
P(ppm)	> 10
K(ppm)	> 252
CIC efectiva (meq/100g)	>15
Ca ⁺² (meq/100g)	>20
Mg ⁺² (meq/100g)	>1
K ⁺¹ (meq/100g)	>0.5
Al cambiabile (meq/100g)	0
% Sat aluminio	0
% Sat Bases	100

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los resultados de los perfiles analizados e interpretados, al realizar el análisis en el software ArcGIS 10.2. para calcular las áreas potenciales con aptitud para instalar plantaciones de bolaina blanca, se concluyó que sólo el 66% del área evaluada cumplen las características edafoclimáticas requeridas. En la figura 5 se indica la distribución de los perfiles aptos y no aptos para la instalación de la especie, encontrándose que gran parte de los perfiles no aptos se encuentran cerca al margen del río.

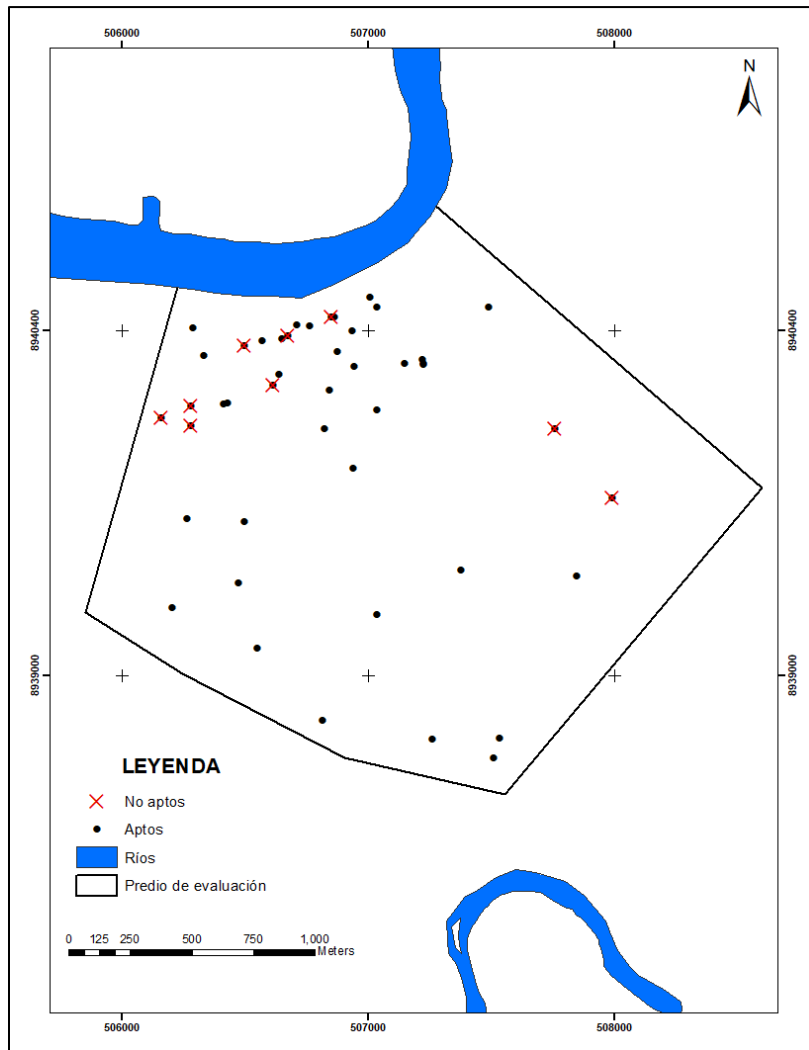


Figura 5: Distribución de perfiles aptos y no aptos para la instalación de plantaciones de bolaina

Fuente: Elaboración propia

4.2. Desarrollo de experiencias

Con base en lo mencionado en capítulos anteriores y en los objetivos planteados, se determinó un protocolo que sirve como “input” para la organización antes de tomar la decisión de comprar o no un predio con la finalidad de instalar plantaciones forestales comerciales. Si bien es cierto, que la decisión también pasa por otros factores propios de la empresa, el tener la información producto de las evaluaciones, que recomiendan o no la inversión en un determinado predio o aplicar fertilización en un predio ya comprado o en su defecto no realizar ninguna acción; es una buena praxis que debería replicarse en una futura toma de decisiones.

La colaboración técnica por parte de los especialistas forestales es primordial, ya que la evaluación a nivel remoto (utilizando los Sistemas de Información Geográfica), la evaluación en campo y la interpretación de los datos edafológicos; son factores clave para llegar a conclusiones que se reflejen en el aumento de la productividad de las plantaciones, que es el objetivo de toda plantación forestal comercial. En este punto, además, hacer hincapié en la importancia de realizar el análisis de información a distancia, con la finalidad de lograr un primer alcance e ir tomando decisiones desde el inicio de las evaluaciones.

La evaluación desarrollada sentó un precedente en la organización, que conllevó a crear el “Área de Evaluación de Tierras”. Esta decisión dice mucho del compromiso de la empresa con su mejora continua en el rubro forestal, a pesar de que el negocio de las plantaciones forestales es aún incipiente en el Perú.

Adicionalmente, es importante mencionar la importancia de este tipo de estudios para sentar las bases y poder continuar en la búsqueda de rentabilidad y sostenibilidad en las plantaciones forestales con fines comerciales.

V. CONCLUSIONES

1. Se elaboró un protocolo de evaluación para la compra de predios, demostrando que el procedimiento empleado debe realizarse previo a la compra de estos.
2. Se identificó áreas potenciales con base en las características edafoclimáticas de la zona de operaciones de la empresa para la instalación de plantaciones forestales de bolaina blanca y su posterior expansión.
3. La cantidad de hectáreas disponibles y aptas para realizar la instalación de una plantación de bolaina blanca con fines comerciales fue de 264 hectáreas.
4. Los factores edafoclimáticos más adecuados e importantes para la instalación de plantaciones de bolaina blanca deben ser zonas que presenten características como: buen drenaje, textura del suelo media a fina, buena profundidad efectiva (mayor a 40 cm), pH de 5.5 – 7, CIC efectiva mayor a 15, porcentaje de materia orgánica mayor a 2, Ca^{+2} mayor a 20, K^{+1} (meq/100g) mayor a 0.5, K (ppm) mayor a 252 y Mg^{+2} mayor a 1.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con las investigaciones y evaluaciones a nivel de suelos degradados, principalmente en las zonas deforestadas, ya que estas áreas deberían y podrían ser recuperadas. Las organizaciones privadas tienen un gran reto en esta parte del proceso, por eso la importancia de invertir en investigación y desarrollo.
2. Poner en valor la importancia de intervenir las áreas que arrojan crecimientos marginales en las plantaciones forestales, sobre todo con motivos de investigación y posteriormente comerciales.
3. Normalizar y afinar el uso de las herramientas SIG para los análisis y evaluaciones del recurso forestal, especialmente en plantaciones forestales con fines comerciales, de tal forma que la organización ahorre tiempo y dinero.

VII. REFERENCIAS

Arce, R. (2015). Mapeo de los principales actores de plantaciones forestales con fines comerciales. Lima, PE, SERFOR. 80 p. (Documento de trabajo).

Brown, C. (2000). Perspectivas mundiales del suministro futuro de madera procedente de plantaciones forestales. Roma, IT, FAO. 152 p. (Documento de trabajo No: GFPOS/WP/03)

Daniel, P.W.; Helms, U.E. & Baker, F.S.; 1982. Principios de Silvicultura. Mc Graw Hill. México.

Diario El Peruano. (2011). Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Lima, Perú.

Donoso, C. (1981). Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo N° 38. CONAF-FAO-PNUD. Santiago. 70p

DRA Huánuco (Dirección Regional de Agricultura Huánuco, PE). (2017). Informe de datos meteorológicos estación Puerto Inca (en línea). Huánuco, PE. Consultado 24 abr. 2017. Disponible en <http://www.huanucoagrario.gob.pe/index.php/meteorologia/estaciones/estacionpuerto-inca>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (2002). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000: informe principal. Roma, IT. 468 p. (Estudio FAO Montes 140).

Flores, Y. (2002). Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander Von Humboldt, Amazonía Peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 137 p.

Guariguata, M.R.; Arce, J.; Ammour, T.; Capella, J.L. (2017). Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. Documento Ocasional 169. Bogor, Indonesia: CIFOR. Recuperado de: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-169.pdf

IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, PE). (2009). Evaluación económica de parcelas de regeneración natural y plantaciones de bolaina blanca, *Guazuma crinita*, en el departamento de Ucayali. Iquitos, PE. 51 p. (Avance Económico N° 11).

Laura, A. (2018). Evaluación Dasométrica de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) en la provincia de Puerto Inca, Huánuco. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina). Recuperada de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3342>

Llerena, C., Hermoza, R. M., Llerena, L. M. (2007). Plantaciones forestales, agua y gestión de cuencas. Debate Agrario: análisis y alternativas, (42).

Lombardi, I; Aguirre, E. (1982). Estudio del comportamiento y zonificación para diferentes especies de Eucaliptos en el Perú. Revista Forestal del Perú 11(1): 1-37.

Malleux, O. J. y Montenegro, M. E. (1971). Manual de Dasometría. Proyecto FAO/UNDP. N.º 116. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Manejo Forestal. Lima.

Montagnini, F. (2004). Plantaciones forestales con especies nativas. Revista Recursos Naturales y Ambientales (43): 28-35.

Muñoz, F. (2014). Presente y futuro del sector forestal peruano: el caso de las concesiones y las plantaciones forestales (en línea). Lima, PE, DGFFS. 32 p. Consultado 25 oct. 2019. Recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Seminarios/2014/forestal/forestal-2014-munoz.pdf>

Musálem, S. (2006). Silvicultura de plantaciones forestales comerciales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 208 p.

Putzel, L.; Cronkleton, P., Larson, A.M., Pinedo-Vasquez, M., Salazar, O., Sears, R. (2013). Producción y comercialización de bolaina (*Guazuma crinita*), una especie amazónica de rápido crecimiento. Recuperado de: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/4483-infobrief.pdf

RAMSA (Reforestadora Amazónica SA, PE). (2015). Inversiones en reforestación sostenible sitio web (en línea). Perú. Consultado 28 nov. 2020. Recuperado de: <http://reforestadoraamazonica.com>

Revilla, J. (2015). Viabilidad económica de plantaciones demostrativas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* mart.) en la cuenca del río Aguaytía Ucayali-Perú. (Tesis Maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina). Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2119/K10-R48-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reynel, C.; Pennington, R.; Pennington, T., Flores, C.; Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Botanic Gardens Edinburgh e ICRAF. 537 pp.

Rosete, Fernando. (1998). Evaluación de tierras y diseño de base de datos para su aplicación en el ordenamiento territorial de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México.

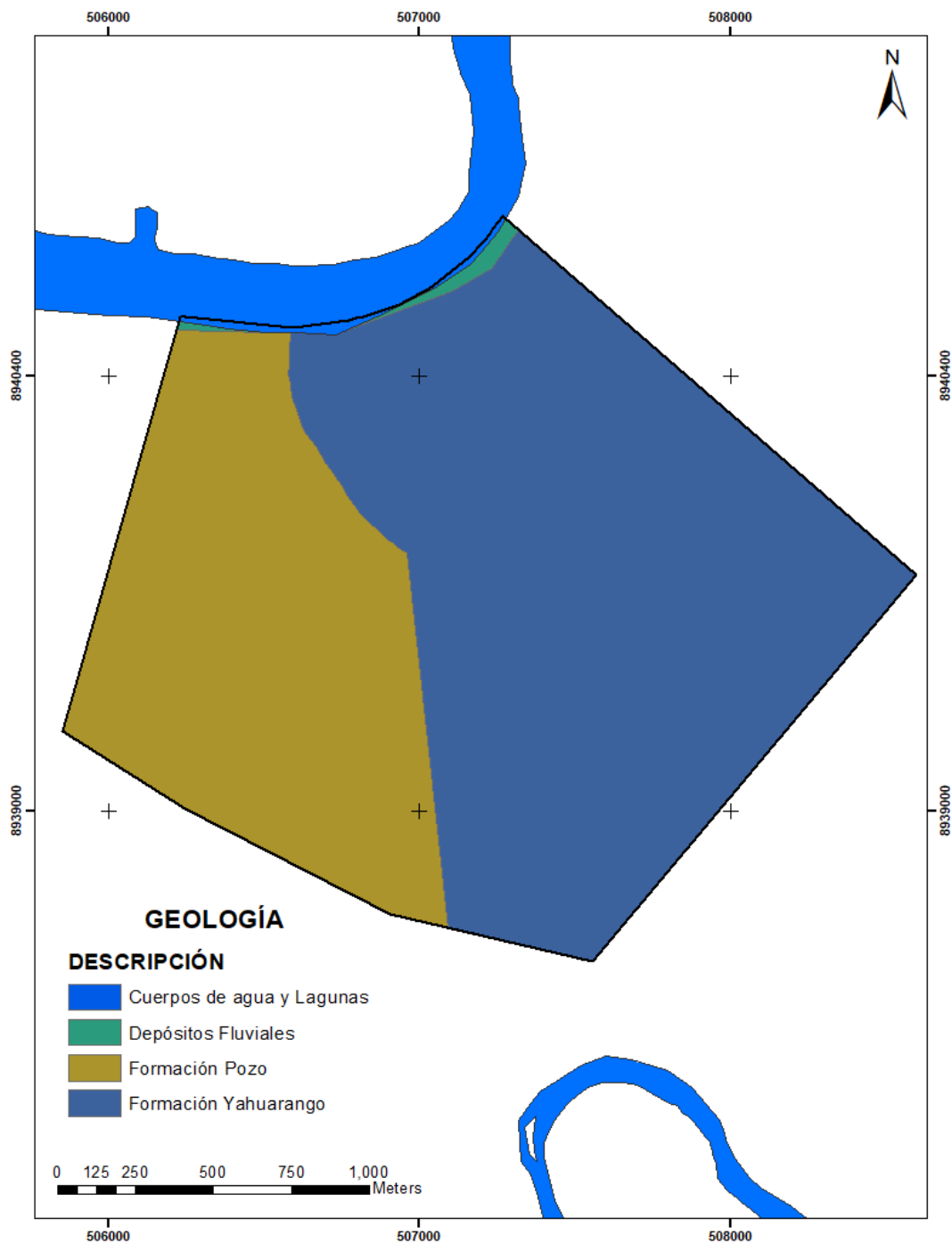
Schlatter J.E. y Gerding, V. (2014). Ecología forestal. Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile. Valdivia, Chile. Ediciones UACH. p. 309-319.

Valdez, J. (2016). Metodología de evaluación de predios para instalación de Plantaciones comerciales de bolaina blanca (comunicación oral). Puerto Inca, PE, RAMSA.

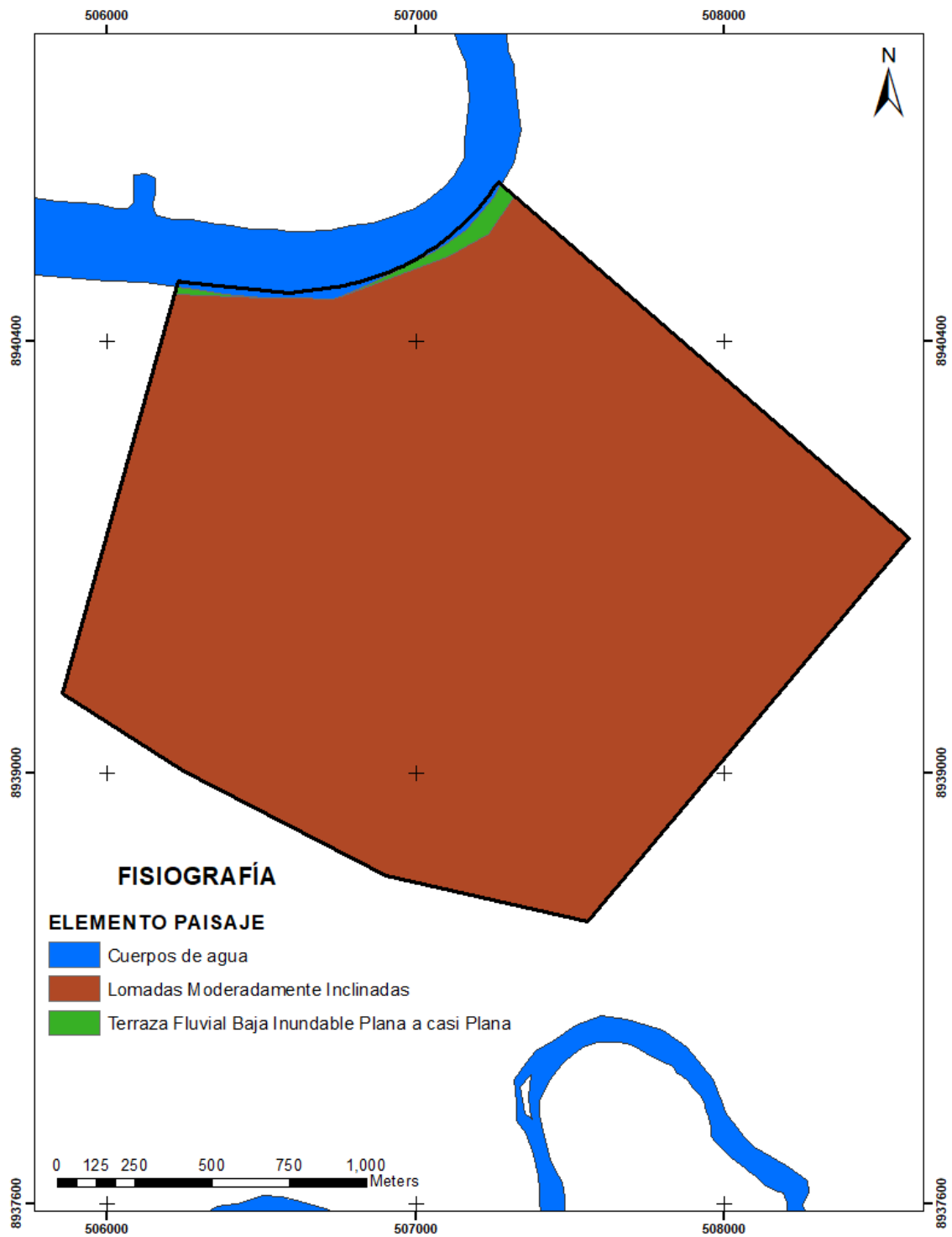
Reynel, C.; Pennington, R.T.; Pennington, T.D.; Flores, C.; Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Lima, PE, ICRAF. 509 p. (DARWIN INITIATIVE Project 09/017).

ANEXOS

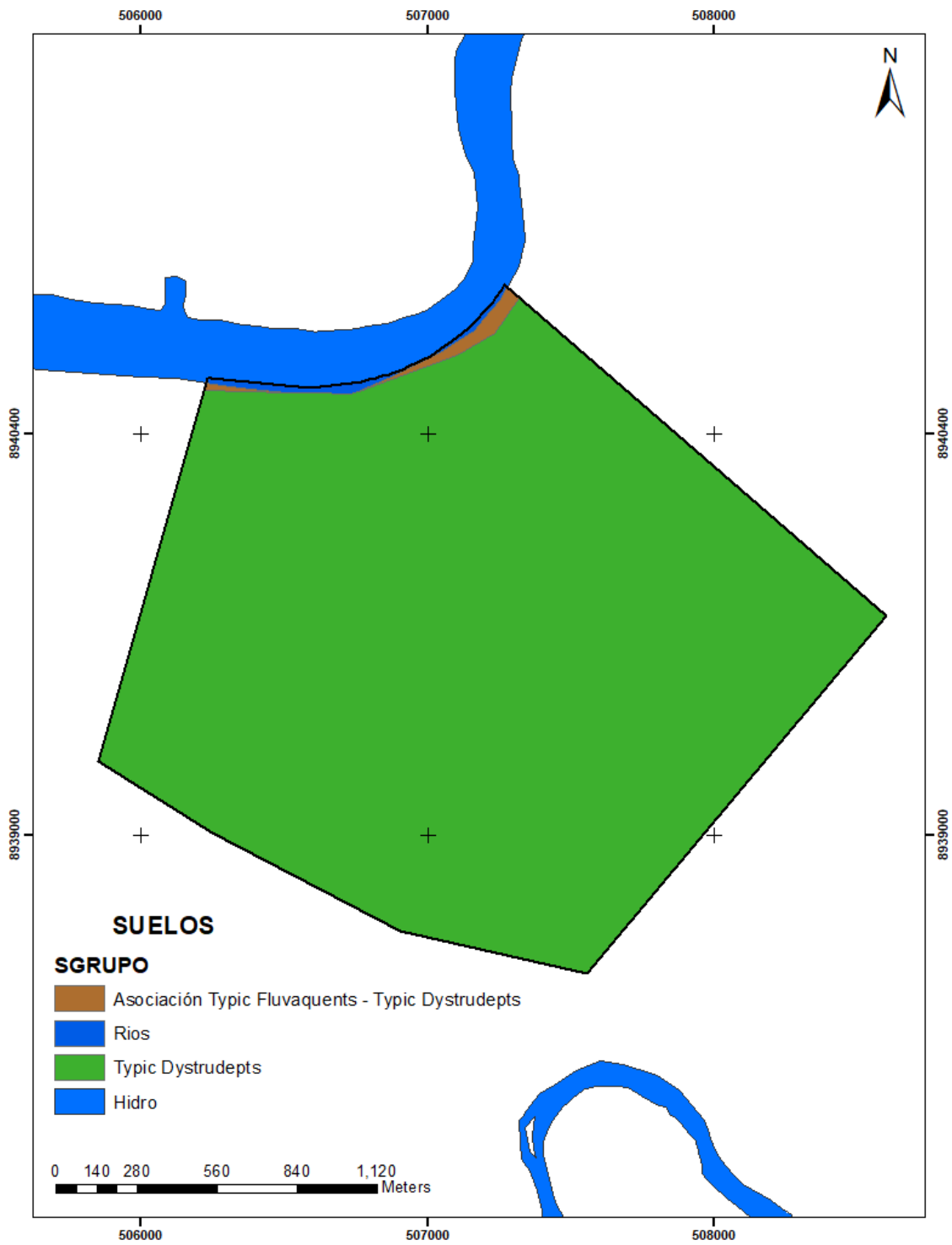
Anexo 1: Mapa de Geología de la zona evaluada



Anexo 2: Mapa de Fisiografía de la zona evaluada



Anexo 3: Mapa de Fisiografía de la zona evaluada



Anexo 4: Fotografías

a. Perfil evaluado N° 5



b. Perfil evaluado N° 39



c. Perfil evaluado N° 27



d. Perfil evaluado N° 6



e. Zona de purma en el área de estudio



f. Plantación de Teca (*Tectona grandis*) instalada en la zona de evaluación

