

**“MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ”
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

“Propiedades Físicas de la Madera de *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, procedente de un Bosque de Terrazas Altas y un Bosque de Colinas Bajas en el Departamento de Madre de Dios”.

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

Bach. Harol Fernández Silva

Puerto Maldonado – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente



TÍTULO:

“Propiedades Físicas de la Madera de *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, Procedente de un Bosque de Terrazas Altas y un Bosque de Colinas Bajas en el Departamento de Madre de Dios”.

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

PRESENTA: BACH. HAROL FERNÁNDEZ SILVA

Asesor: Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares

Docente Adscrito de la Facultad de Ingeniería

Co-asesor: M.sc. Leif Armando Portal Cahuana

Docente Adscrito de la Facultad de Ingeniería

Puerto Maldonado – Perú

2017

DEDICATORIA

Ante todo a Dios por iluminar y guiar mi camino en cada momento de mi vida, a mis padres Cecilio Fernández Ortiz y Teodora Silva Romero, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente y me brindaron la oportunidad de formarme profesionalmente. A mi hija Vania Fernández quien sin duda es mi más grande inspiración. A mis hermanos porque siempre están alentándome para seguir creciendo profesionalmente, Gracias a todos...

AGRADECIMIENTO

Nuevamente quiero darle las gracias a mi padre Cecilio Fernández Ortiz, por el gran apoyo incondicional que me brindo y quien con sus consejos supo encaminar mi vida profesional, también del mismo modo agradecerle infinitamente a mi querida madre Teodora Silva Romero que lo dio literalmente todo para apoyarme en mi formación profesional, gracias a ustedes soy lo que soy.

A mi preciosa hija Vania Fernández, quien es indudablemente el motor de mi vida y mi fuente de inspiración para seguir creciendo profesionalmente, de igual manera agradecer a Kattia Ríos, por todos los años de tu incondicional apoyo en todos los aspectos.

A mis hermanos Edward, Randy, Antonio, Eddy y Yoni quienes estuvieron siempre a mi lado y nunca dudaron en apoyarme cuando más los necesite, les estaré eternamente agradecido.

A Katherine Malatesta, por el gran apoyo en los años de nuestra formación académica hasta la culminación de esta investigación, muy agradecido.

A mis tíos Wilbert Fuentes y Rosa Villa, quienes me demostraron todo su apoyo en los inicios de mi formación profesional, este logro también se lo debo a ustedes.

A mi asesor Dr. Hugo H. Dueñas Linares y a mi co-asesor M.sc. Leif A. Portal Cahuana, quienes no dudaron en brindarme su valioso apoyo y la asesoría en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A mis amigos quienes me apoyaron con el arduo trabajo de campo, el Sr. Guillermo Calderón, Edson Calderón, Grimaldo Calderón y Jaime Oblitas. Gracias por su valiosa amistad y ayuda.

A mis compañeros de estudio, que sin lugar a duda me brindaron toda su amistad, apoyo y lucha conjunta durante nuestra formación académica, sinceramente puedo decir que fue un verdadero gusto haber conocido y compartido con personas como ustedes.

PRESENTACIÓN

El desarrollo de la región de Madre de Dios está íntimamente ligado al aprovechamiento de sus recursos naturales, uno de ellos sin duda es la actividad forestal que la practican generación tras generación, sin embargo, el aprovechamiento de este recurso natural no se realiza en toda su dimensión por la inexistencia de información técnica de sus propiedades físicas y mecánicas de las mismas, se espera que con investigaciones similares a la presente cambie esa realidad.

Bajo este contexto sabemos que en el mercado ya sea local, nacional o internacional el aprovechamiento de los recursos forestales solo está orientado hacia un grupo selecto de especies maderables “tradicionales”, de ahí parte la importancia de buscar nuevas especies para incluirlas a los mercados.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se espera que la especie de *Beischmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, tenga un óptimo y adecuado uso por quienes se dedican a la actividad de la industria forestal, del mismo modo se pretende que sea una herramienta útil que permita enriquecer nuestro conocimiento teórico y práctico con respecto a las especies forestales que posee nuestra querida región.

Además de lo antes mencionado con la presente investigación estamos contribuyendo con el conocimiento científico, el crecimiento y desarrollo socioeconómico y por ultimo motivar a las futuras generaciones a que sigan realizando estudios que permitan potenciar nuestros bosques.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
PRESENTACIÓN.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
Descripción del problema.....	2
Formulación del problema.....	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
HIPÓTESIS.....	4
Hipótesis Nula (H0).....	4
Hipótesis Alternativa (H1).....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes de estudios realizados.....	5
1.1.1. En el plano internacional.....	5
1.1.2. En el plano nacional.....	6
1.1.3. En el plano local.....	8
1.2. Revisión bibliográfica.....	10
1.2.1. Clasificación sistemática.....	10
1.2.2. Descripción botánica.....	10

1.2.3. Características anatómicas de la madera	12
A) Características macroscópicas:	12
B) Características microscópicas:	13
C) Color:	13
D) Usos:	13
1.3. Conceptos fundamentales	14
1.3.1. Propiedades físicas de la Madera.....	14
1.3.1.1. Contenido de humedad	15
1.3.1.2. Densidad	16
1.3.1.3. Contracción o cambios direccionales	18
1.3.1.4. Relación contracción T/R	20
1.3.1.5. Patrones de variación de la madera	21
1.4. Definición de términos básicos	23
1.4.1. Madera o xilema	23
1.4.2. Anillos de crecimiento	23
1.4.3. Madera con poros (Latifoliadas).....	23
1.4.4. Madera sin poros (Coníferas)	23
1.4.5. Médula	23
1.4.6. Poros	23
1.4.7. Vigueta.....	23
1.4.8. Probeta	23
1.4.9. Punto de saturación de las fibras	24
1.4.10. Sección de corte	24
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1. Características generales	25
2.1.1. Ubicación política	25
2.1.2. Clima.....	25
2.1.3. Suelo	25

2.1.3.1. Bosque de terraza alta (BTa)	25
2.1.3.2. Bosque de colina baja (BCb)	26
2.1.4. Tipos de bosque	26
2.1.4.1. Bosque de terrazas altas (BTa)	26
2.1.4.2. Bosque de colinas bajas (BCb)	26
2.1.5. Procedencia del material experimental	26
2.1.6. Lugar de ejecución del proyecto	28
2.2. Materiales, herramientas y equipos	28
2.2.1. Madera:	28
2.2.2. Materiales de Campo:	28
2.2.3. Materiales de laboratorio:	29
2.2.4. Materiales de gabinete:	29
2.2.5. Equipos para la elaboración de probetas:	29
2.3. Metodología	30
2.3.1. Procedimientos	30
2.3.1.1. Ubicación y selección de la zona y sub - zona	30
2.3.1.2. Identificación y selección de bloques	31
2.3.1.3. Censo de arboles	31
2.3.1.4. Población	33
2.3.1.5. Muestra	33
2.3.1.6. Selección de árboles dentro del bloque	34
2.3.1.7. Selección de trozas	35
2.3.1.8. Selección de viguetas y obtención de probetas	35
2.3.2. Determinación de las propiedades físicas de la madera de <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida.	39
2.3.2.1. Determinación del contenido de humedad	39
2.3.2.2. Determinación de la densidad en estado verde (D)	40
2.3.2.3. Densidad básica (DB)	40

2.3.2.4. Densidad anhidra (Do).....	41
2.3.2.5. Determinación de las contracciones de la madera.....	42
2.3.3. Técnica de análisis de datos.....	44
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1. Contenido de Humedad de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	45
3.2. Densidad Básica de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	46
3.3. Contracción Radial de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	48
3.4. Contracción Tangencial de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	49
3.5. Contracción Volumétrica de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	51
3.6. Contracción Longitudinal de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	52
3.7. Índice de Estabilidad (T/R) de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	54
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	61
ANEXO 1: Progreso del secado de las probetas por árbol – zona I.....	62
ANEXO 2: Progreso del secado de las probetas por árbol – zona II.....	64
ANEXO 3: Medición de las contracciones de la madera por árbol – zona I.....	66
ANEXO 4: Medición de las contracciones de la madera por árbol – zona II.....	68
ANEXO 5: Datos de árboles y trozas seleccionadas – zona I.....	70
ANEXO 6: Datos de árboles y trozas seleccionadas – zona II.....	74
ANEXO 7: Panel fotográfico.....	78
ANEXO 8: Mapa de dispersión de árboles en el bloque y sub zona seleccionada – zona I.....	83
ANEXO 9: Mapa de dispersión de árboles en el bloque y sub zona seleccionada – zona II ...	84
ANEXO 10: Certificación de identificación de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	85

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Sistema de clasificación de las maderas del país en grupos de densidades.....	17
Tabla 2 Categorización de la madera según densidad anhidra.....	18
Tabla 3 Clasificación de la madera según la contracción volumétrica.....	20
Tabla 4 Criterios de clasificación según coeficiente (CT/CR).....	21
Tabla 5 Bloques seleccionados.....	31
Tabla 6 Censo forestal de la especie <i>Beilschmiedia towarensis</i> , en el bloque I, sub-zona III, zona I.....	32
Tabla 7 Censo forestal de la especie <i>Beilschmiedia towarensis</i> , en el bloque VI, sub-zona VII, zona II.....	32
Tabla 8 Determinación de la población.....	33
Tabla 9 Muestras seleccionadas.....	33
Tabla 10 Coordenadas de los árboles seleccionados por bloque.....	34
Tabla 11 Código de árboles y trozas seleccionadas.....	35
Tabla 12 Viguetas obtenidas y viguetas seleccionadas por tablón central.....	36
Tabla 13 Codificación de las probetas seleccionadas.....	37
Tabla 14 Valores promedio y desviación estándar ANOVA y Teste de Tukey para las propiedades físicas, en los dos tipos de bosque de la madera de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	45
Tabla 15 Anova de contenido de humedad por tipo de bosque.....	45
Tabla 16 Anova de Densidad Básica por tipo de Bosque.....	47
Tabla 17 Anova de Contracción Radial por tipo de Bosque.....	48
Tabla 18 Anova de Contracción Tangencial por tipo de Bosque.....	49
Tabla 19 Anova de Contracción Volumétrica por tipo de Bosque.....	51
Tabla 20 Anova de Contracción Longitudinal por tipo de bosque.....	52
Tabla 21 Anova del Índice de Estabilidad (T/R) por tipo de bosque.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Muestra botánica de la especie <i>Beilschmiedia towarensis</i>	11
Figura 2 Anatomía de la madera (<i>Beilschmiedia towarensis</i>).....	13
Figura 3 Ejes principales de la madera con respecto a la dirección de la fibra y a los anillos de crecimiento.	19
Figura 4 Ubicación geográfica de las áreas de estudio.....	27
Figura 5 Esquema de obtención de muestras de maderas de <i>Beilschmiedia towarensis</i>	38
Figura 6 Contenido de Humedad de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.	46
Figura 7 Densidad Básica de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.	47
Figura 8 Contracción Radial de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.	49
Figura 9 Contracción Tangencial de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.....	50
Figura 10 Contracción Volumétrica de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.....	52
Figura 11 Contracción Longitudinal de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque. ...	53
Figura 12 Índice de Estabilidad de <i>Beilschmiedia towarensis</i> por Tipo de Bosque.	55

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar, comparar y analizar las propiedades físicas de la especie "Palta Moena" *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, de dos diferentes tipos de bosque de las provincias de Tahuamanu y Tambopata. Se colectó dos árboles por tipo de bosque de terraza alta (BTa) y el bosque de colinas bajas (BCb), dichos árboles con ciertas características como fuste recto, con buenas características fitosanitarias, entre otras. Se seleccionó por árbol una troza al azar de 1,30 metros y de cada troza se extrajo un tablón central de 15 cm de espesor, de donde se obtuvieron viguetas para luego ser seleccionadas de manera aleatoria. De las viguetas se extrajeron 20 probetas por árbol de 3x3x10 cm. Todo este procedimiento se realizó en función a la Norma Técnica Peruana NTP N° 251.008. Se determinaron las propiedades físicas del contenido de humedad, densidad básica, contracción radial, contracción tangencial, contracción volumétrica, contracción longitudinal y el índice de estabilidad en función a la Norma Técnica Peruana (NTP – 251.010, NTP – 251.011 y NTP – 251.012).

Los resultados de las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, muestran que, para el contenido de humedad, la contracción radial y el índice de estabilidad, de la madera *Beilschmiedia towarensis*, en los dos tipos de bosque, son estadísticamente iguales. Siendo los resultados promedios del contenido de humedad de 94,23%, la contracción radial de 5,24% y el índice de estabilidad de 1,99.

La densidad básica, la contracción tangencial, la contracción volumétrica y la contracción longitudinal, de la madera *Beilschmiedia towarensis*, en los dos tipos de bosque, son estadísticamente diferentes. Presentado el bosque de terraza alta, valores mayores de densidad básica, la contracción tangencial y la contracción volumétrica, en comparación con el bosque de colinas bajas. Siendo los resultados promedios de la densidad básica de 0,52 g/cm³, la contracción tangencial de 10,46%, la contracción volumétrica de 12,88% y la contracción longitudinal de 0,50%. Dichas propiedades físicas cualitativamente se clasifican como: La densidad básica – media, contracción volumétrica – media y el índice de estabilidad – estable. De manera general podemos decir que el bosque de terraza alta presentó mayores valores de las propiedades físicas de la madera *Beilschmiedia towarensis*,

en comparación al tipo de Bosque de Colinas bajas. Por último, la madera de *Beilschmiedia towarensis*, por ser medianamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Industria de la construcción, encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, carpintería, puertas, ventanas, reposteros, chapas decorativas, ebanistería, acabados finos y en mueblería en general.

ABSTRACT

The objective of the present research was to determine, compare and analyze the physical properties of the species "Palta Moena" *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, from two different forest types from the Provinces of Tahuamanu and Tambopata. Two trees were collected by type of forest of high terrace (BTa) and forest of low hills (BCb), these trees with certain characteristics as straight shaft, with good phytosanitary characteristics, among others. A log was selected from a randomly sorted log of 1,30 meters and from each log a 15 cm central plank, where joists were also randomly extracted. Twenty specimens per tree of 3x3x10cm were extracted from the joists. All this procedure was done according to the Peruvian Technical Standard NTP N° 251.008. The physical properties of the moisture content, basic density, radial contraction, tangential shrinkage, volumetric shrinkage, longitudinal shrinkage and stability index were determined in accordance with the Standards NTP-251.010, NTP-251.011 and NTP-251.012.

The results of the physical properties of the *B. towarensis* wood show that, for the moisture content, the radial contraction and the stability index of the *B. towarensis* wood in the two types of forest are statistically the same. Being the average results of the moisture content of 94,23%, the radial contraction of 5,24% and the stability index of 1,99.

The basic density, tangential contraction, volume contraction and longitudinal contraction of *B. towarensis* wood in the two forest types are statistically different. Presented the high terrace forest, higher values of basic density, tangential shrinkage and volumetric shrinkage, compared to low hill forest. The average results of the basic density of 0,52 g/cm³, the tangential shrinkage of 10,46%, the volumetric shrinkage of 12,88% and the longitudinal shrinkage of 0,50%. These physical properties are qualitatively classified as: Basic density - mean, volumetric contraction - mean and stability index - stable. In general, we can say that the forest of high terrace presented higher values of the physical properties of wood *B. towarensis*, compared to the type of forest of low hills. Finally, wood of *B. towarensis*, because of its medium strength and medium strength, can be used in: Construction industry, formwork, cladding, nailed and bolted structures, carpentry, doors, windows, cabinets, decorative panels, woodwork, Fine finishes and furniture in general.

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas pasadas los bosques de la región de Madre de Dios fueron testigos presenciales de grandes talas selectiva por parte de sus habitantes, esto por la gran demanda que significaron ciertas especies en aquel entonces y como consecuencia de ello muchas especies poco conocidas “comercialmente”, fueron dejados de lado y con ello sentenciadas al anonimato temporalmente.

Las sustancias en el mundo, tal y como lo conocemos una de sus características son sus propiedades físicas, es decir cómo reacciona a los cambios sobre ella. Bajo esa premisa es preciso conocer las bondades tecnológicas de aquellas especies que hoy en día se podría decir que son desconocidas “comercialmente”, y como consecuencia de este desconocimiento muchas especies no figuran en la larga lista de la industria forestal.

En la actualidad somos conscientes de la gran variabilidad que presentan las maderas, dependiendo de muchos factores tales, como las condiciones de crecimiento (suelo y clima), y como en todo material varias son las propiedades a tener en cuenta a la hora de emplearlo, y que dependerán del fin que queramos darles. Por ello es muy importante determinar las propiedades físicas de la madera para dar a conocer cuáles son las cualidades que estas poseen de acuerdo a la especie y por qué no decir también en función al tipo de bosque de donde estas proceden.

Sabiendo la gran importancia que hoy significan nuestros bosques y conjuntamente el conocimiento de las propiedades físicas de las maderas, se busca con el presente proyecto de tesis generar información valiosa y con ello contribuir al conocimiento tecnológico de las especies forestales para que estas especies a corto plazo sean mejor valoradas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción del problema

Madre de Dios por ser un departamento mega diverso y poseedor de grandes hectáreas de bosques nativo, presenta casos en las que determinadas especies maderables tradicionales y no tradicionales crecen y se desarrollan en dos o más tipos de bosque, indicios que nos llevan a pensar si hay variabilidad alguna en sus propiedades físicas de una misma especie en diferentes tipos de bosque. Gran parte de nuestra sociedad desconoce o ignora que la variabilidad de las características físicas de la madera de especies no tradicionales o poco conocidas que rebosan en los bosques de nuestro departamento, es importante porque influyen directamente en su capacidad de uso y con ello el uso potencial que se puede emplear para determinadas especies.

Por ello es importante conocer y entender que las variables que puedan presentar la madera de ciertas especies forestales, están directamente influenciadas por múltiples factores, como, por ejemplo: factores ambientales (estaciones marcadas, condiciones geográficas y disposición de nutrientes), cambios en el cambium según la edad del árbol y control genético que rige la forma y crecimiento del árbol.

Formulación del problema

Hoy en día el aprovechamiento maderable es una de las principales actividades de la región, sin embargo, a pesar de ello no hay un serio interés por parte del sector industrial forestal en incluir nuevas especies en los mercados para así dar oportunidades a nuevas especies de mostrar sus cualidades y de esta manera poder dar un respiro a las especies tradicionales que son talados selectivamente.

Para dar paso a nuevas especies forestales es de vital importancia la determinación de las características tecnológicas y las variabilidades que presentan independientemente cada especie, considerando la procedencia de las mismas, solo así podremos darle el uso adecuado a estas especies que hoy en día no trascienden en los mercados.

En la actualidad las variabilidades fácilmente reconocibles en las características de la madera son: la apariencia, densidad y orientación del grano. Del mismo modo por la anisotropía de la madera los árboles de una misma especie procedente de un mismo bosque podrían manifestar variaciones de las propiedades del leño, considerando también que estas pueden variar en función a una serie de factores como los climáticos, edafológicos y condiciones silvícolas de crecimiento, entre otros.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar las propiedades físicas de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, procedente de un bosque de terraza alta y un bosque de colina baja en el departamento de Madre de Dios.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de humedad de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en dos tipos de bosque de Madre de Dios.
- Determinar la densidad de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en dos tipos de bosque de Madre de Dios.
- Determinar la contracción volumétrica, longitudinal y transversal de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en dos tipos de bosque de Madre de Dios.
- Determinar el índice de estabilidad de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en dos tipos de bosque de Madre de Dios.
- Comparar las propiedades físicas de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en dos tipos de bosque de Madre de Dios.
- Proponer los posibles usos de la madera de *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, en función a sus propiedades físicas.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (H0)

- Las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, procedente de dos diferentes tipos de bosque son estadísticamente iguales.

Hipótesis Alterna (H1)

- Las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, procedente de dos diferentes tipos de bosque son estadísticamente diferentes.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de estudios realizados

1.1.1. En el plano internacional

Crespo *et al.* (2008), “Realizó el estudio de las propiedades físico-mecánicas de la especie de *Tectona grandis*, procedente de Quevedo y Balzar. Teniendo como objetivos la determinación del porcentaje de albura y duramen, determinación de propiedades físicas en estado verde y anhidro, determinación de propiedades mecánicas en estado de equilibrio y cuales fueron diferencias más resaltantes en la composición físico-mecánicas de la especie estudiada. En base a los resultados obtenidos se muestra claramente que no hay diferencia significativa entre la madera de las dos zonas y las diferencias más resaltantes fueron la densidad en estado anhidro, contenido de humedad en estado anhidro, contracción tangencial total, contracción longitudinal total y el peso específico básico, fueron los que presentaron diferencias significativas, con respecto a las demás variables se determinó que la diferencias fueron no significativas y finalmente se concluye que la madera procedente de Balzar presentó mejores resultados con respecto a las propiedades físicas, en cambio la madera procedente de Quevedo presentó mejores resultados con respecto a las propiedades mecánicas”.

Martínez y Lázaro (2007), Realizó el estudio Variabilidad de las propiedades físico-mecánicas de la madera procedente de cuatro regiones de *Pinus pinaster*. Los resultados muestran que hay diferencias significativas entre procedencias y entre árboles en todos los caracteres físico-mecánicos analizados en maderas provenientes de cuatro regiones de *Pinus pinaster*. La procedencia de la madera explica más del 50% de la variación total hallada en la densidad y en el módulo de elasticidad. La variabilidad del resto de las propiedades físico-mecánicas (contracción, dureza, resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión estática) es debida a las diferencias existentes entre los árboles, sobre todo las diferencias dentro de los árboles. La procedencia es responsable de una parte importante de la variabilidad en una propiedad tan destacada como es la densidad. Esto ratifica que hay procedencias de *Pinus pinaster* Aiton más adecuadas que otras para uno u otro tipo de industria.

Reyes, Valero y Garayse (2003), Realizaron un estudio preliminar sobre las propiedades físicas de la madera de *Azadirachta indica* (Neem), el espécimen fue procedente de una plantación forestal en el estado de Falcón (Venezuela), el objetivo principal que tuvo el estudio fue fijar los atributos tecnológicos del recurso maderable. Cabe resaltar que las propiedades físicas evaluadas por Reyes *et al.* (2003) fueron el Contenido de humedad, Peso específico, Densidad en sus diferentes estados y la Contracción en sus diferentes caras.

En base a los resultados obtenidos se determinó que la Densidad seca al aire de la madera fue de (0,8056 g/cm³), del mismo modo se determinó que la especie *Azadirachta indica* posee una Densidad “media” y los posibles usos que se le puede dar son en la elaboración de muebles, postes, ebanistería, estructuras livianas, mangos de herramientas, entrepaños, tallados, cajas, tabaquería, tallados entre otras. A pesar de los buenos resultados obtenidos en la investigación con respecto a las propiedades físicas (Reyes *et al.*, 2003) recomiendan, la determinación de las propiedades mecánicas para conocer los niveles de resistencia a los cuales pueden ser sometida dicha especie de tal manera así ratificar y confirmar sus respectivos usos y al mismo tiempo tener una mayor precisión en la asignación de usos.

1.1.2. En el plano nacional

Vega (2010), Estudió las características físicas y mecánicas de la especie Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke, estas tuvieron como procedencia una plantación forestal de 20 años, localizada exactamente en las instalaciones de la Estación Experimental Alexander von Humboldt situada en la región de Ucayali, (Perú). Los resultados permiten demostrar que existen evidentes diferencias significativas con respecto a la Densidad en el sentido longitudinal y todo lo contrario su pudo observar en el sentido transversal. En lo que respecta a las propiedades mecánicas en el sentido longitudinal se descubrió que existen diferencias significativas en los esfuerzos de (Resistencia Máxima) y (Modulo de Ruptura), con respecto al ensayo de compresión paralela. Por otro lado en el sentido transversal se determinó que existen diferencias significativas en el

(Esfuerzo al Límite Proporcional), respecto al ensayo de compresión perpendicular y (Modulo de Elasticidad), respecto al ensayo de compresión paralela, lo mismo ocurre en el ensayo de Tenacidad, cizallamiento y extracción de clavos. Los posibles usos en base a los resultados son la carpintería, cajonería, moldadura, mueblería y revestimiento.

Torres (2009), “Determinó las propiedades físicas y mecánicas de la especie Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) procedente de una plantación forestal de 23 años de la estación experimental Alexander Von Humboldt en la región de Ucayali. Los resultados obtenidos demuestran que la madera de la especie Pino chuncho presentan similar comportamiento con respecto a sus propiedades físicas, tanto en el sentido longitudinal como en el sentido radial. Por otra parte en las propiedades mecánicas las diferencias en el sentido longitudinal se destacan para la dureza, del mismo modo para la tenacidad y en el sentido radial para el esfuerzo al límite proporcional y módulo de ruptura, en flexión estática. Catalogándola como una madera de densidad y resistencia mecánica muy baja, recomendándose su uso en carpintería no estructural, cajonería, encofrado y contrachapado”.

Villa (2009), “Realizó el estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Cedrelinga cateniformis* Ducke, dicha especie procede de una plantación de 22 de años de la Estación Experimental Alexander Von Humboldt localizada en el departamento de Ucayali. Los resultados que se obtuvieron producto de los ensayos a los cuales fueron sometidas las muestras de maderas de la especie Tornillo, muestran potencial de uso para mueblería, revestimiento, laminado, cajonería liviana entre otras. Así mismo cabe resaltar que según la clasificación propuesta por JUNAC (1981) la cataloga a la especie como Baja resistencia mecánica, como consecuencia de los valores obtenidos en sus propiedades físicas y mecánicas”.

Jost (2006), Realizó la determinación de las especies óptimas para utilizar en los proyectos de reforestación que se llevaron a cabo en Oxapampa. La especie en

estudio *Araucaria angustifolia* proviene de una plantación forestal de 15 años ubicada en la provincia de Oxapampa (Pasco). De acuerdo a los resultados obtenidos la madera es catalogada como Baja densidad, presentando para la mayoría de las propiedades físicas y mecánicas, mayores valores en el área basal del árbol, disminuyendo con la altura. La compresión perpendicular, flexión estática (ELP y MOR), cizallamiento y dureza presenta un nivel de correlación significativo con la densidad básica, en el caso de las últimas dos propiedades presenta un nivel de correlación elevado con coeficientes de determinación que rodean el 80%.

En base a la determinación de las propiedades físicas y mecánicas, condición importante en la designación de uso de la madera y al contrastar con especies de similar densidad básica, se recomienda su uso en: obras de torneado y artesanía, cajonería, carpintería, laminado, contrachapado y tableros de fibra.

1.1.3. En el plano local

Callo (2014), “Determinó las propiedades Físicas y Características Anatómicas de la especie *Aspidosperma subincanum* MART. & ZUCC. (Quillobordon) y *Beilschmiedia towarensis* (Meisn.) Sa. Nishida (Palta Moena) Provenientes del Distrito las Piedras en la Provincia de Tambopata, el material maderable se obtuvieron de 4 árboles 2 por especie de la concesión castañera del señor Pablo Callo Condori para lo cual se seleccionó una zona y una sub zona. Los procedimientos efectuados para obtener los objetivos planteados se encuentran respaldadas en las Normas Técnicas con muy buen prestigio en el ámbito nacional y mundial, como lo es COPANT Y AIWA para el estudio Anatómico; y la Normas Técnicas Peruanas (NTP) para las Propiedades Físicas.

Los resultados obtenidos demostraron que la especie *Aspidosperma subincanum* MART. & ZUCC. (Quillobordon) tiene una Densidad Básica de 0,73 (g/cm³) y se clasifica en densidad Alta y los posibles usos son: Parquet, pisos, vigas, estructuras, construcción pesada en general, carrocerías, construcción de barcos (estructuras). El Índice de Estabilidad T/R fue (1,5) lo cual sugiere que la madera posee buena estabilidad y presenta buena conducta en el proceso de secado,

mientras que la especie *Beilschmiedia towarensis*, tiene una Densidad Básica de 0,47 (g/cm³) y se clasifica en densidad Media y los posibles usos son Carpintería de obra, Cajonería, Mueblería. Carpintería de interiores, tabiquería, armarios, puertas, Chapas decorativas, El Índice de Estabilidad T/R fue (1,7) lo cual Indica que es una madera estable y de buen comportamiento al secado”.

Quispe (2011), “Estudió las propiedades físicas de la madera de *Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swartz procedente de bosque de colina baja (BCb) y tarraza alta (BTa) del Distrito Las Piedras, Madre de Dios. Los resultados determinados del contenido de humedad para el BCb es 87,67% y para el BTa es 81,56%, la densidad en estado verde para el BCb es 1,199 g/cm³ y para el BTa es 1,207 g/cm³, la densidad básica para el BCb es 0,639 g/cm³ y para el BTa es 0,666 g/cm³, la densidad anhidra para el BCb es 0,773 g/cm³ y para el BTa es 0,769 g/cm³, la contracción tangencial para el BCb es 9,82% y para el BTa es 9,65%, la contracción radial para el BCb es 5,83% y para el BTa es 4,99%, la contracción longitudinal para el BCb es 0,141% y para el BTa es 0,135%, la contracción volumétrica para el BCb es 15,79% y para el BTa es 14,77%, la relación T/R para el BCb es 1,90 y para el BTa es 1,99. Por lo tanto la madera de *Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swartz, de los dos tipos de bosque según la densidad y densidad básica, puede ser utilizada en pisos de parquet, vigas, enchapes, pisos de escaleras, columnas, elementos torneados (balaustrada, pasamanos) y recubrimientos de exteriores”.

Portal (2008), “Estudió las Propiedades físico - mecánico y características anatómicas de la especie *Crepidospermum goudotianum* (Tul.) Triana & Planch. (Palo Bastón) procedente de la provincia del Tahuamanu en el departamento de Madre de Dios. Y con los resultados obtenidos de los diferentes ensayos se llegó a la conclusión que con el estudio realizado se puede recomendar como uso más adecuado para dicha especie sería pisos y parquet principalmente”.

1.2. Revisión bibliográfica

1.2.1. Clasificación sistemática

Según lo estipulado por Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014) cataloga a la especie como se detalla a continuación:

Reino	: Plantae
División	: Angiosperma.
Clase	: Dicotiledonea.
Orden	: Laurales.
Familia	: Lauraceae.
Género	: <i>Beilschmiedia</i> .
Especie	: <i>tovarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida
Nombre científico	: <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida
Nombre común	: Palta moena.

1.2.2. Descripción botánica

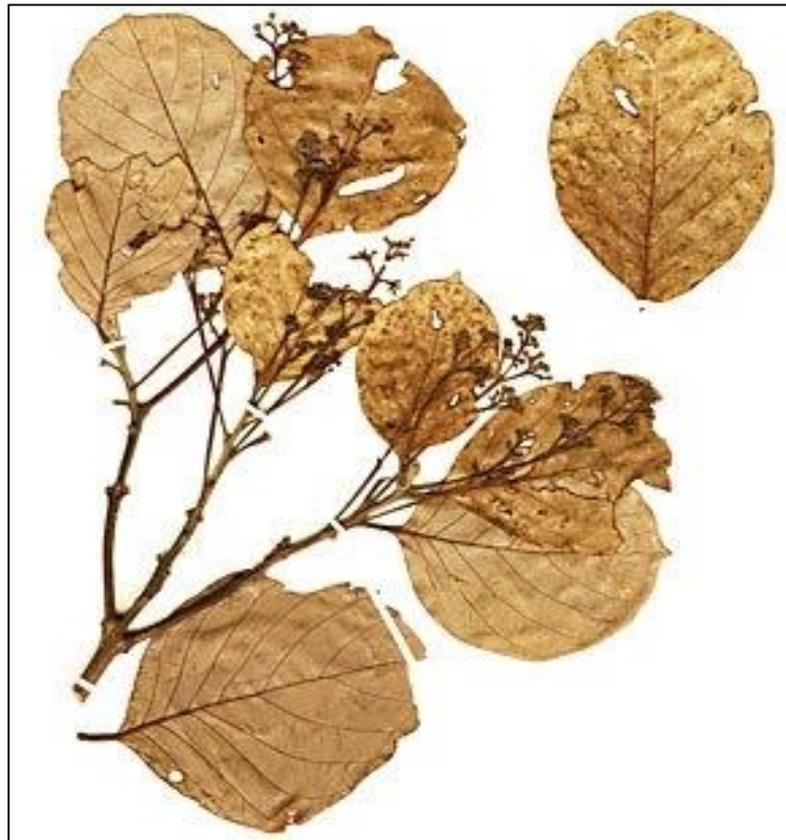
El árbol alcanza hasta los 30 m de altura y 100 cm en diámetro, en algunos casos desarrollan pequeños aletones, el plano transversal con aspecto circular, sus ramas terminales circulares pubescentes con vello simple, según Nishida (1999), (citado en Callo, 2014).

Corteza externa: Presenta desprendimiento en láminas desigual abultado, de color café oscuro, la parte interna es de textura fibrosa lisa, de color crema amarillenta, olor similar a la manzana, Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014).

Hojas: Las hojas son simples el peciolo es liso cuando es fresco y estriado cuando está seco, acanalado 10–18 (26) x 1,5–2,1 (2,5) mm, pelos simples (pubescente). Distribución alternada espiralada, lámina elíptica, a veces oblanceolada, 4,2–15,1 (24,5) x (1,6) 3,3–5,24 (13,2) cm; el haz es liso, nervio central poco pubescente; el envés es densamente pubescente (pelos simples reflejos); el borde es entero; coriácea a cartácea; la base es atenuada; ápice acuminado; pinatívervada (5) 7–8 (11) pares de nervios secundarios, haz poco prominente a plano; envés prominente; nervadura central en el haz poco prominente estriada; envés muy prominente por la base y prominente hacia el ápice, de forma triangular. Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014).

Inflorescencia: En panícula (2,3–15,2) cm, con postura axilar, pedúnculo de (3–8) cm, pedicelo de (4–5) mm. Presenta una panícula pubescente con vellos erectos, inflorescencia presenta entre (30 a 100) flores, los pedicelos florales en las divisiones laterales (0,5–1,5) mm, flores centrales con pedicelos de 3 mm de longitud, según lo estipulado por Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014).

Flores: De color blanco amarillento (0,4) cm, con pelos simples (pubescentes), hasta 6 tépalos elípticas a ovaladas (1,3–2 x 1–1,5) mm pubescentes, hasta 9 estambres, con 6 filamentos externos (0,3–0,4) mm y tres filamentos internos de (0,4–0,7) mm pubescentes, con anteras de (0,7–1) mm, con ápices obtusos, 3 estaminodios sagitados, con pistilo de (1,3) mm, esparcidamente pubescente a glabro, el ovario se redujo con el tiempo en el estilo, pubescente (pelos adpresos), menos densamente pubescentes hacia la parte inferior, según Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014).



Fuente: OSINFOR (2013).

Figura 1
Muestra botánica de la especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida.

Fruto: En baya elipsoidal de (3,9 a 2,1) cm de color púrpura y color negro cuando está seco, con superficie lisa. Nishida (1999), (citado en Quispe, 2014).

Distribución: Su distribución comprende desde la Guyana hasta Brasil y Perú. Crece en Loreto, Huánuco, Junín, Amazonas, Pasco, Cajamarca, San Martín, Madre de Dios y Ucayali. Llegando a colectarse en el bosque Alexander Von Humboldt, según Angulo (citado en Callo, 2014). Son habituales en ecosistemas fluviales amazónicos, sostiene Fine *et al.*, (2010), (citado en Callo, 2014).

Ecología: Los individuos que representan la especie componen el segundo o tercer piso de las formaciones arbóreas de una floresta, según Fróes (1959) (citado en Callo, 2014). Los árboles se encuentran dispersas sin formación de concentración, según Calzavara *et al.*, (1978), (citado en Callo, 2014), sin embargo, crecen aglomeradas con otras especies, sostiene Pimentel (1994), (citado en Callo, 2014).

En cuanto a la fenología, según Alencar *et al.*, (1978 - 1979), (citado en Callo, 2014), observaron durante el periodo de 1965 a 1976, las fenofases de veintisiete especies forestales, en una área de 300 ha de floresta tropical húmeda de tierra firme, en la Reserva Ducke en Manaus. La fructificación fue entre octubre y abril. En cuanto al tipo de cambio foliar destacaron que el tiempo de vida de las hojas va de cinco a once meses y que se trata de un árbol perenifolia, algunas veces semicaducifolia antes de la floración, entre los meses de mayo y junio.

1.2.3. Características anatómicas de la madera

Según Quispe (2014), describe la madera de *Beilschmiedia towarensis*, de la siguiente manera:

A) Características macroscópicas:

“Presenta grano recto en un 90% y ondulado en un 10%; textura fina, distribución de poros difusa, 11–16 poros/mm²; 2–3 anillos de crecimiento/cm; parénquima paratraqueal no distinguible; 6–7 radios/mm no visibles a simple vista, puede ser de una célula; corte radial con veteado no distinguible, radios poco notorios de color beige; densidad o peso específico de 0,47–0,59 g/cm³”.

B) Características microscópicas:

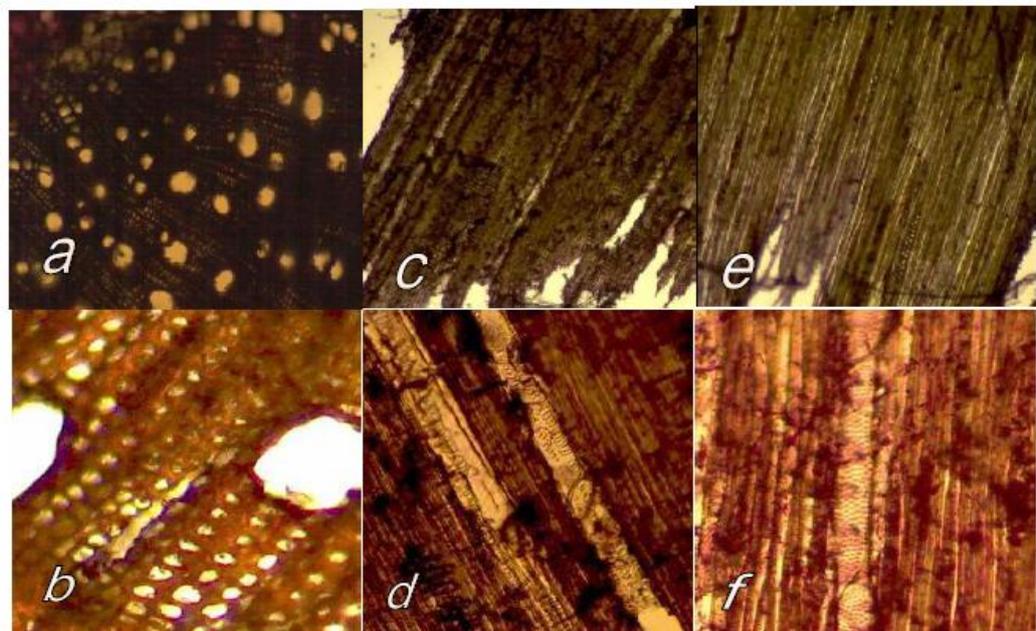
“**Corte transversal** con poros solitarios y en algunos casos múltiples (geminado), difuso; parénquima paratraqueal no muy distinguible posiblemente vacicentrico; fibras lignificadas circular, de radios finos poco visibles; **Corte radial** con radios parenquimáticos homogéneos cuadrados, 10–13 filas; poros con placa de perforación poco distinguible posiblemente reticulado; unión de las puntuaciones ovaladas opuestas; **Corte tangencial** con radios uniseriados y biseriados poco distinguibles, difuso; fibras alargadas fibriformes; poros con inclinación oblicua 45°, puntuaciones poligonales alternas”.

C) Color:

“La madera de *Beilschmiedia towarensis* es poseedor de un color beige claro amarillento; según la escala de Munsell pertenece a 5Y 8/4 amarillo”.

D) Usos:

“Según su peso específico se pueden usar: en construcción civil, correas y listones, acabados finos y en mueblería”.



Fuente: Quispe (2014). (a y b Corte transversal; c y d Corte radial; e y d Corte tangencial).

Figura 2
Anatomía de la madera (*Beilschmiedia towarensis*).

1.3. Conceptos fundamentales

1.3.1. Propiedades físicas de la madera

Según Arroyo (1983), (citado en Quispe, 2011), sostiene que la madera posee una conducta que se encuentra articulada por una serie de propiedades, estas agrupadas toman la denominación de propiedades físicas de la madera. En ese sentido se puede afirmar que las propiedades físicas vendrían a ser la serie de propiedades que definen la conducta física de la madera.

Cuando se realiza la determinación de las propiedades físico-mecánica en la madera, estas tienen el propósito de sugerir los probables usos del recurso natural de esta manera se estará generando información valiosa en la determinación de cálculo de estructuras de maderas. Del mismo modo es indispensable que la información recabada asegure el uso idóneo de la misma en pequeña proporción, bajo ese contexto se espera que certifique garantía en cuanto a parámetros de diseño, Encalada y Castillo (1988) y Rivero (2004), (citado en Quispe, 2011).

Del mismo modo Serrano *et al.*, (2002), (citado en Quispe, 2011) señala que en términos de usos y beneficios de la madera, hay que tomar muy en cuenta las más destacadas propiedades físicas las cuales serían: La Densidad, Peso específico, Contracción e hinchamiento y el Contenido de humedad. En conclusión se manifiesta que la elección y empleo del recurso forestal con propósitos industriales, serán posibles solo entendiendo sus cualidades físico-mecánicas de la madera.

Por otra parte es de suma importancia familiarizarse con las propiedades físicas de la madera, ya que estas poseen la capacidad de influenciar severamente durante el desempeño y solidez de la misma, empleadas en aplicaciones estructurales”. Winandy (1994), (citado en Campos, 2015).

1.3.1.1. Contenido de humedad

Según Pérez (1983) y Cuevas (2003), (citado en Díaz, 2005) manifiestan que se conoce como contenido de humedad “a la masa de agua contenida en una pieza de madera, expresada como porcentaje de la masa de la pieza anhidra”. El peso anhidro es el peso que se obtiene cuando se coloca la madera en una estufa a 100 o 102° C, hasta que se obtiene un peso constante. Cuando el contenido de humedad es modificado, existirán variaciones dimensionales, las que se ven incrementadas mientras mayor sea la densidad de la madera.

De acuerdo con Acuña y Casado (2005), citado por Campos (2015), sostiene que por su composición la madera es material higroscópico, comprendiendo como tal a aquellas que poseen la capacidad de absorber agua de la atmósfera. Los autores refieren que esta aptitud se muestra básicamente a causa de dos razones:

- a) El magnetismo que realizan los conjuntos polares que se encuentran en la pared de la célula de la madera sobre las moléculas, con carácter polar que ingresan dentro de su rango de acción, sobre todo el agua.
- b) Como consecuencia de los fenómenos físicos de capilaridad.

Kollman (1959), (citado en Campos, 2015), señala al H₂O como el medio de conducción que las plantas emplean durante su crecimiento fisiológico, todo lo anterior sumado a la capacidad higroscópica de la madera, hace posible que la madera disponga generalmente de ciertas proporciones de agua en su interior, de acuerdo con los autores el agua en la madera se manifiesta de tres únicas maneras:

- **Agua de constitución o agua combinada:** Se conoce como agua de constitución a las que llegan a conformar parte de los compuestos químicos que componen la madera. Es sin duda componente integrante leño (de la misma estructura) por lo tanto es imposible eliminarlo, a menos que se destruya la propia madera. (incineración). Gálvez (2011), (citado en Campos, 2015).

- **Agua de impregnación o de saturación:** Es aquella que se infiltra en la pared celular colmando las cavidades microscópicas de la misma. Posee la capacidad de incrustarse al interior de la pared celular, llegando a ser el responsable de que la madera sufra contracciones cuando esta se pierda (desorción) así también de su hinchamiento en cuanto la recobra (sorción: retención de agua), según Forest Products Laboratory (1999), (citado en Campos, 2015).
- **Agua libre:** Según Calderón (2015), (citado en Campos, 2015), es el agua que se encuentra llenando las cavidades, exactamente es aquella que colma el lumen de las células (traqueídas, vasos, etc.) captada gracias al fenómenos de capilaridad. Este tipo de agua al ser expulsada en la etapa del secado de la madera, no podrá volver a recuperarse solo con la humedad atmosférica, la única manera de poder hacerlo es mediante inmersión directa en agua.

Por otro lado Pérez (1983) y Campos *et al.*, (1990), (citado en Díaz, 2005) mencionan que la capacidad mecánica es influenciada por el contenido de humedad, o sea mientras menos sea el contenido de humedad bajo el punto de saturación de las fibras (pertenece a la expulsión absoluta del agua libre alojada en el interior de las células permanecen saturadas del 28-30% de contenido de humedad) en general mejora la condición mecánica, o sea mejora la resistencia de la madera, a nivel de flexión estática, compresión paralela y perpendicular.

1.3.1.2. Densidad

Sin duda alguna la densidad juega un rol importante cuando de madera se habla, ya que esta va a determinar cuál es el verdadero valor y utilidad que estas poseen así mismo está íntimamente relacionada con demás propiedades de la madera tales como la conductividad térmica, la rigidez, el calor específico y la resistencia mecánica, según lo estipulado por Tuset y Duran (1986), (citado en Orrego, 2010).

Según Zobel (1964), (citado en Callo, 2014) Sostiene que la valoración de la densidad de la madera y del mismo modo la variación, indudablemente dependerá de la longitud (altura) como también de la sección del árbol, de la cual se extrae la muestra. Por otro lado la densidad es influenciada por la misma genética del árbol. Esta densidad va a varía a causa de cantidad y tipos de sustancias que posee (resinas y ligninas).

El método de clasificación sencillo y funcional utilizado, pertenece a la agrupación de las maderas en fusión a su DB (densidad básica), por el valor que representa durante el uso y también por su relación con la resistencia mecánica, sostiene Aróstegui (1975), (citado en Quispe, 2011).

Tabla 1
Sistema de clasificación de las maderas del país en grupos de densidades.

Grupo	Densidad básica (g/cm³)	Categoría
Grupo I	< a 0,30	Muy Baja (MB)
Grupo II	0,30 a 0,40	Baja (BA)
Grupo III	0,41 a 0,60	Medía (ME)
Grupo IV	0,61 a 0,75	Alta (AL)
Grupo V	> a 0,75	Muy Alta (MA)

Fuente: Aróstegui (1975), (citado en Quispe, 2011).

Según Aróstegui *et al.*, (1980-1981), (citado en Quispe, 2011), Este parámetro puede ayudar en la selección y clasificación de la madera para determinado uso industrial, a la vez permite conocer aproximadamente su resistencia mecánica, habilidad para sostener clavos, rendimiento de pulpa y facilidad de trabajo en las maquinas. La densidad de la madera es una resultante de las variaciones que en ella se presentan, esta puede constituir, a partir del enfoque mecánico, una base de apreciación de las calidades de la madera.

Del mismo modo Aróstegui (1975), (citado en Quispe, 2011) realiza la categorización de la madera según densidad anhidra, (ver Tabla 2).

Tabla 2
Categorización de la madera según densidad anhidra.

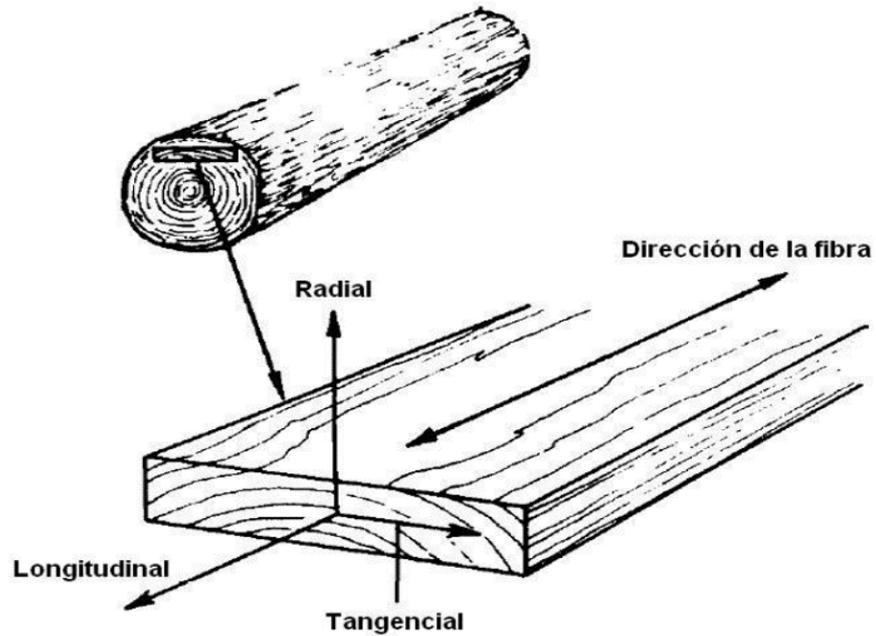
Categoría	Densidad anhidra (g/cm³)
Muy liviana	< a 0,30
Liviana	0,30 a 0,45
Mediana	0,46 a 0,70
Pesada	0,71 a 0,86
Muy pesada	> a 0,86

Fuente: Aróstegui (1975), (citado en Quispe, 2011).

1.3.1.3. Contracción o cambios direccionales

Cuevas (2003), Sostiene que se entiende por contracción, a la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el punto de saturación de fibras (PSF) y se expresa como porcentaje de la disminución de madera en estado verde. Las contracciones se producen bajo PSF, donde comienza a disminuir de volumen como consecuencia del adelgazamiento de la paredes celulares al perder masa la celulosa se amorfa y aproximarse unas a otras las microfibrillas. La contracción es proporcional al descenso al contenido de humedad bajo el PSF.

La madera es un material anisotrópico, sostiene Winandy (1994), (citado en Campos, 2015), esto se debe netamente a la orientación de las fibras y también por la forma en la que un individuo (árbol) incrementa su diámetro conforme vaya siendo su desarrollo, por otro lado las propiedades ciertamente se van alternando de acuerdo a tres orientaciones perpendiculares: tangencial, longitudinal y radial. Obsérvense estos ejes en la figura 3.



Fuente: Winandy (1994), (citado en Campos, 2015).

Figura 3

Ejes principales de la madera con respecto a la dirección de la fibra y a los anillos de crecimiento.

La contracción de la madera es una propiedad física importante a tomar en cuenta al momento de emplear las maderas en diferentes actividades. La madera cuando es sometida al proceso de secado sufre contracciones, ocasionando disminución en sus dimensiones, derivando en una generación de esfuerzos en la madera, ocasionando grietas y torceduras, Escobar *et al.*, 2005.

Del mismo modo Aróstegui *et al.*, (1998), (citado en Juela, 2015), Señala que el origen de los principales cambios dimensionales está íntimamente ligada con la ganancia o pérdida del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular tanto en el sentido longitudinal, radial y tangencial que sufre como consecuencia del cambio de su contenido de humedad.

Indudablemente si existe una característica indeseable en la madera, esa es indudablemente la contracción, a ella se le atribuye los inconvenientes y dificultades que estas exponen al momento de emplearlas en la construcción, sostiene Pérez (1983), (citado en Díaz, 2005).

Vargas (1987), (citado en Quispe, 2011), menciona que la contracción o hinchamiento sería mucho mayor en el corte tangencial respecto a los anillos de crecimiento, pasa lo contrario en el corte radial y un mínimo en el sentido de las fibras. Este fenómeno de la desigualdad de los cambios dimensionales, es conocido como “anisotropía dimensional”. Maderas con alta densidad aparente presentan más visiblemente este fenómeno.

En maderas de densidad alta es más probable que ocurra la contracción e hinchamiento y es proporcional con el peso específico o cantidad de sustancia de la pared celular. Del mismo modo las maderas densidad baja tienen un mayor valor de punto de saturación de las fibras, generándose un descenso en la diferencia de hinchamiento esperada entre maderas de baja y alta densidad, según Siau (1984), (citado en Quispe, 2011).

La clasificación de la madera según su contracción volumétrica, es de la siguiente manera, (ver Tabla 3).

Tabla 3
Clasificación de la madera según la contracción volumétrica.

Categoría	Contracción volumétrica
Muy baja	< a 9,0
Baja	9,1 a 11,0
Mediana	11,1 a 13,0
Alta	13,1 a 15,0
Muy alta	> a 15

Fuente: Vargas (1987), (citado en Quispe, 2011).

1.3.1.4. Relación contracción T/R

La relación contracción tangencial y radial, es un índice de la estabilidad dimensional de la madera, al acercarse a 1 (uno) la madera es más estable y tiene buen comportamiento durante el secado. Si los cambios dimensionales son proporcionales a los contenidos de humedad de la pared celular, se puede decir que las maderas con mayor densidad contienen más agua higroscópica que las maderas con menor densidad, sostiene Aróstegui *et al.*, (1980-1981), (citado en Quispe, 2011).

Junac (1984), (citado en Rivera, 2014) manifiesta que la relación T/R admite presagiar posibles agrietamientos en la madera, torceduras algún otro fallo en el proceso de secado. La madera densa es propensa a la contracción porque las cavidades celulares poseen espacio limitado y ocurre lo inverso en maderas menos densas, según Álvarez y Fernández (1992), (citado en Juela, 2015).

De acuerdo a Vargas (1987), (citado en Quispe, 2011), menciona que este valor es útil al momento de señalar el comportamiento de la madera en el proceso de secado. El valor 1 (uno), es un valor ideal; siendo esta madera estable a cambios dimensionales reaccionará positivamente a un programa de secado y no se presentarán tan fácilmente torceduras, deformaciones, etc.

Ordóñez *et al.*, (1990), (citado en Juela, 2015) ha generado criterios para clasificar la estabilidad dimensional de la madera, las categorías de cada una se presentan a continuación, (ver Tabla 4).

Tabla 4
Criterios de clasificación según coeficiente (CT/CR).

Rango (T/R)	Estabilidad
< 1,5	Muy estable (ME)
1,5 – 2	Estable (E)
2,1 – 2,5	Moderadamente Estable (ME)
2,51 – 3	Inestable (I)
> 3	Muy Inestable (MI)

Fuente: Ordóñez *et al.*, (1990), (citado en Juela 2015).

1.3.1.5. Patrones de variación de la madera

Si se desea manipular la calidad y rendimiento de la madera, es fundamental conocer bien la variabilidad de esta. Aparte de las bien conocidas y reconocidas diferencias existentes entre las especies, la variabilidad de la madera ocurre también de la manera siguiente: (1) dentro de un determinado árbol; (2) entre los árboles de una misma especie; (3) en ocasiones, entre las poblaciones de una especie que crecen en una sola localidad, y (4) con frecuencia, entre las poblaciones de una especie que crecen en diferentes áreas geográficas.

La madera puede variar ampliamente dentro de un árbol, desde la medula hasta el exterior o de la base del tronco hacia arriba. También se ha reconocido la semejanza que existe entre la madera de la copa de árboles maduros y la madera cerca del centro del árbol en su base. La variación asociada con la altura del árbol, en lo que respecta a las propiedades de la madera en pinos, tal vez se observa mucho mejor si se considera que un corazón de madera juvenil con traqueidas cortas y densidad baja existe en forma de cilindro interno en el centro del fuste del árbol. Este cilindro se extiende desde la base del tronco hasta la copa del árbol. El resultado es que las trozas de la copa constan principalmente de madera juvenil, mientras que las trozas de la base del mismo árbol poseen más madera madura con una mayor densidad. En todas las características de la madera que se han estudiado, se ha encontrado siempre que la variación entre los árboles de la misma edad que crecen en el mismo sitio es grande, manifiesta Simmons *et al.*, (1959), (citado en Quispe, 2011).

Zobel y Van Buijtenen (1989) y García *et al.*, (2003), (citado en Quispe, 2011) mencionan que existen dos fuentes de variación respecto a las propiedades y características de la madera en el árbol, las variaciones entre árboles y las variaciones dentro del árbol, según Giménez y López (2000) y Igartúa *et al.*, (2003), (citado en Quispe, 2011). Las primeras vienen explicadas por causas genéticas, factores ecológicos y gestión de la masa, mientras que las segundas están condicionadas por su situación dentro del árbol, específicamente relacionadas con variabilidad dentro del incremento de crecimiento, variabilidad producida de médula a corteza (variabilidad radial) y variabilidad ocasionada por diferentes niveles de altura (variabilidad longitudinal), sostienen Wang *et al.*, (2000), Sava *et al.*, (2002) y Espinoza (2004), (citado en Quispe, 2011). Dado que la mayoría de las veces la variación dentro del árbol es superior a la variación entre árboles, es imprescindible cuantificarla y definirla de la forma más precisa posible, puesto que va a condicionar los productos que se pueden obtener al utilizar este recurso.

1.4. Definición de términos básicos

1.4.1. Madera

Es el grupo de células que constituyen el tejido leñoso, siendo este el responsable del sostén como también de la conducción del agua en los tallos y raíces.

1.4.2. Anillo de crecimiento

Es la capa concéntrica de crecimiento que se puede observar en la sección transversal de un árbol. Son claramente definidos en especies de climas templados y todo lo contrario en especie de clima tropical.

1.4.3. Madera con poros (Latifoliadas)

Son aquellas que exponen poros o vasos, propio de especies latifoliadas en contraste con las coníferas.

1.4.4. Madera sin poros (Coníferas)

Son aquellas que están desprovistas de poros o vasos, típico de las coníferas.

1.4.5. Médula

Tejido blando que constituye el interior de los tallos, situadas en el centro de os tallos.

1.4.6. Poros

Es una expresión que se usa respecto a la sección transversal de un elemento vascular o una traqueida vascular, cogiendo la apariencia de agujeros diminutos.

1.4.7. Vigüeta

Es la parte longitudinal seleccionada de la troza, de la cual se elaboran las probetas.

1.4.8. Probeta

Es la porción de madera con medidas establecidas, que se extrae de la vigüeta y sobre esta es la que se realizan los ensayos para las propiedades físicas.

1.4.9. Punto de saturación de las fibras

Se denomina así al punto en el que las fibras de la madera están saturadas, pero las cavidades de las celulares no contienen agua.

1.4.10. Sección de corte

Viene a ser el apartado como resultado de la sección de una pieza de madera desde distintos planos, dentro de estos se encuentra el plano longitudinal y transversal (tangencial y radial).

- **Sección radial:** Viene a ser el corte paralelo al eje longitudinal del tronco, en donde el mismo es paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento.
- **Sección tangencial:** Viene a ser el corte paralelo al eje longitudinal del tronco, en donde el mismo es perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento.
- **Sección transversal:** viene a ser corte perpendicular al eje longitudinal del tronco, es la superficie observable en el extremo de una troza.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características generales

2.1.1. Ubicación política

➤ Zona I

Región	: Madre de Dios
Provincia	: Tambopata
Distrito	: Tambopata
Sector	: Unión Chonta

➤ Zona II

Región	: Madre de Dios
Provincia	: Tahuamanu
Distrito	: Tahuamanu
Sector	: Alerta

2.1.2. Clima

El clima del departamento de Madre de Dios es de tipo tropical cálido y húmedo, según datos meteorológicos registrados en la ciudad de Puerto Maldonado indican que la temperatura media anual es 26°C, fluctuando entre los 10°C y los 38°C, con una precipitación total anual promedio de 1 423 mm., oscilando entre 1 600 a 2 400 mm. Predominan los vientos procedentes del Noroeste con velocidades que fluctúan entre los 0,3 a 0,6 m/s, y la humedad relativa mensual entre 80% y 89% (INRENA, 2003).

2.1.3. Suelo

2.1.3.1. Bosque de terraza alta (BTa)

En este tipo de bosque el suelo moderadamente profundo, de textura franco arenosa a franco arcillo arenosa. La consistencia es friable a firme, exhibiendo una aireación moderada a baja, capacidad retentiva de agua media a alta. La permeabilidad es moderada a moderadamente lenta y el drenaje moderado. Su reacción es extremadamente ácida a muy fuertemente ácida (pH: 3,81 a 4,47), los niveles de materia orgánica son altos a bajos (6.4 a 0.7%), según DOMUS (citado en Quispe, 2011).

2.1.3.2. Bosque de colina baja (BCb)

En este tipo de bosque el suelo es moderadamente profundo, de textura franco arcillosa a arcillosa. La consistencia es friable a firme, mostrando una aireación baja, capacidad retentiva de agua alta. La permeabilidad es moderada a moderadamente lenta y el drenaje moderado. Su reacción es extremadamente ácida (pH: 3,94 a 4,15). Los niveles de materia orgánica son medios a bajos (2,9 a 1,2%), sostiene DOMUS (citado en Quispe, 2011).

2.1.4. Tipos de bosque

2.1.4.1. Bosque de terrazas altas (BTa)

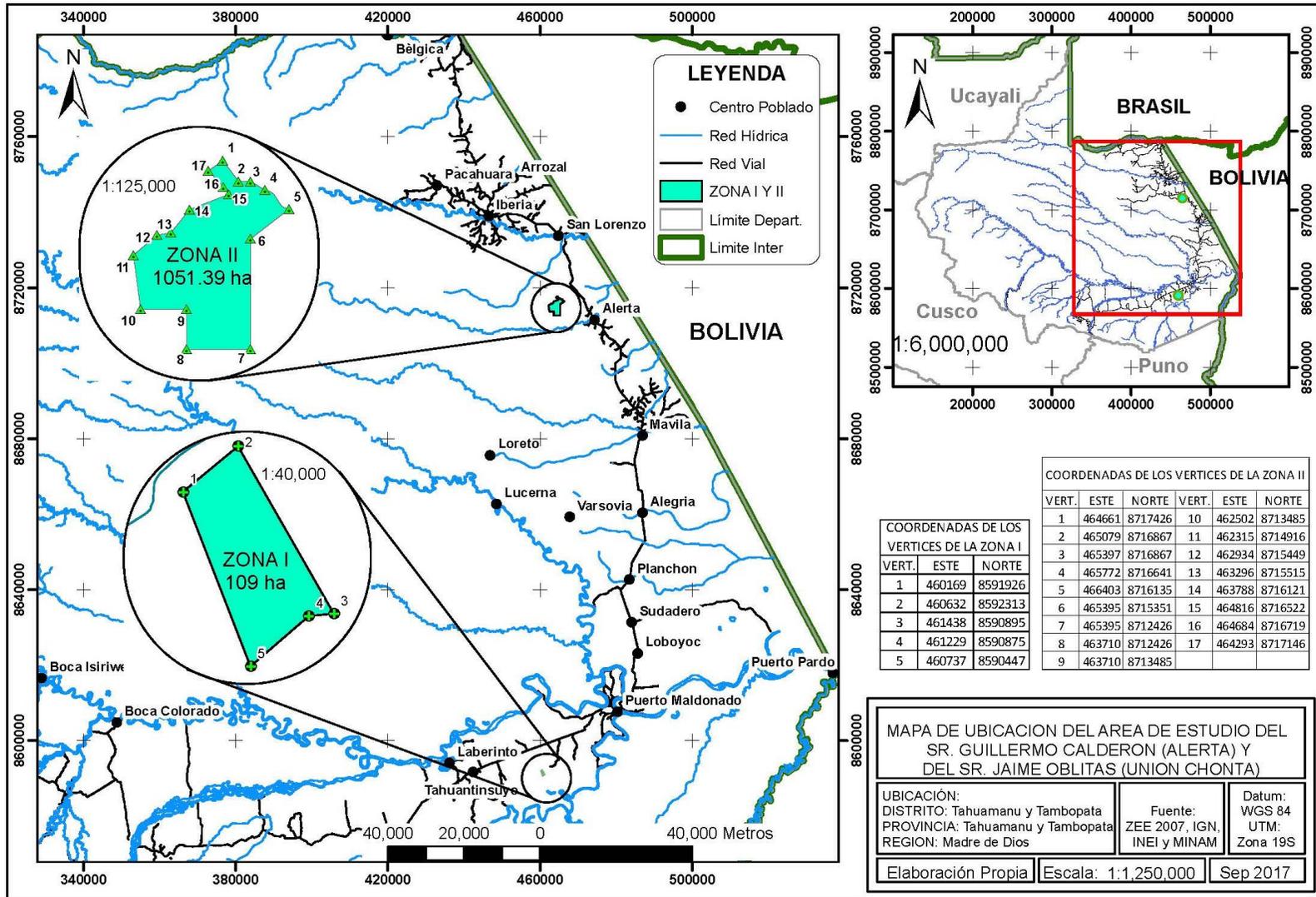
Este bosque se encuentra ubicado en una plataforma compuesta por acumulación fluvial antigua con pendiente de 0-15 % y aproximadamente sobre los 10 m de altura respecto al nivel de las aguas, Se extiende en 3 983 722 ha que representa el 3,1 % de la superficie nacional (INRENA, 2003).

2.1.4.2. Bosque de colinas bajas (BCb)

Esta unidad de cobertura vegetal involucra a los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas) y que debido a la escala de trabajo y a la resolución espacial de las imágenes satelitales no permitieron su discriminación. En su conjunto se extiende en 23 991 362 ha que representa el 18,67 % de la superficie nacional (INRENA, 2003).

2.1.5. Procedencia del material experimental

Las muestras de *Beilschmiedia towarensis*, fueron colectadas de un predio privado ubicado en el sector de Unión Chonta del Distrito de Tambopata, Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios que corresponde al Bosque de Terraza Alta (BTa), y de una concesión para manejo y aprovechamiento de productos forestales diferentes a la madera ubicado en el sector de Alerta del Distrito de Tahuamanu, Provincia de Tahuamanu, Departamento de Madre de Dios que corresponde al Bosque de Colina Baja (BCb), (ver Figura 4).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4
Ubicación geográfica de las áreas de estudio.

2.1.6. Lugar de ejecución del proyecto

El estudio sobre las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, tuvo como centro de desarrollo la Planta Piloto de Tecnología de la Madera - UNAMAD, Facultad de Ciencias Forestales, Laboratorio Tecnológico de Propiedades Físicas de la Madera. Que se encuentra localizada en el Km 16 carretera Interoceánica Sur Puerto Maldonado – Iñapari, correspondiente al sector Loboyoc.

➤ Ubicación geográfica

Longitud : 76° 57" 00" Este

Latitud : 12° 05" 06" Sur

Altitud : 244 msnm

➤ Ubicación Política

Región : Madre de Dios

Provincia : Tambopata

Distrito : Las Piedras

Sector : Loboyoc

2.2. Materiales, herramientas y equipos

2.2.1. Madera:

- Especie *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, de las cuales mediante un proceso de transformación se obtuvieron las probetas para realizar los múltiples ensayos concernientes a la propiedad física de la madera.

2.2.2. Materiales de Campo:

- Motosierra marca STHIL modelo 070, completamente equipada
- Wincha métrica marca STANLEY, de 15 m
- Pintura de aluminio
- Pintura en Spray para la codificación de árboles
- Cámara digital Canon PoweShot ELPH 520 HS

- GPS GARMIN modelo MAP 60CSx
- Pilas alcalinas DURACELL – AA
- Libreta de campo
- Lápices 2B
- Lápices de cera
- Plumones tinta indeleble
- Bolsas de polietileno
- Tijera telescópica
- Prensa botánica
- Brocha

2.2.3. Materiales de laboratorio:

- Estufa eléctrica MEMMERT de hasta 220°C
- Balanza eléctrica OHAUS de 4000 g con precisión de 0,1 g
- Campana desecadora de humedad provista de Gel de Sílice
- Vaso de precipitación de 1 000 ml marca LBT
- Micrótopo de rotación digital STANLEY con precisión de 0,001 mm
- Calculadora científica CASIO modelo fx-82MS

2.2.4. Materiales de gabinete:

- Laptop HP modelo EliteBook 8440p, más software incorporado (Microsoft Word y Microsoft Excel)
- Impresora HP modelo LaserJet Pro 400 Printer M401 dne
- Hojas bond de 75 g
- Memoria USB marca KINGSTON 8 GB

2.2.5. Equipos para la elaboración de probetas:

- Sierra circular
- Cepilladora
- Trozadora

2.3. Metodología

El trabajo tuvo el nivel de investigación experimental. El tipo de investigación por su utilidad es orientado (básico aplicado), por su naturaleza es cuantitativo, por el tipo de diseño es descriptivo.

Los ensayos realizados para lograr obtener los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se encuentran sujetas a lo ceñido en las metodologías planteadas por la Norma Técnica Peruana: NTP - 251.008, NTP - 251.010, NTP - 251.011 y NTP - 251.012.

2.3.1. Procedimientos

2.3.1.1. Ubicación y selección de la zona y sub - zona

Según la NTP - 251.008, para realizar la selección y colección de muestras primeramente se deben identificar las zonas y sub-zonas respectivamente, en la cual se debe conocer el volumen de madera existente por unidad de superficie.

Para el presente estudio se trabajó en función a dos zonas las cuales se detallan a continuación: la zona I, representado por el bosque de terraza alta (BTa), y la zona II, representado por el bosque de colina baja (BCb), después de haber definido e identificado las dos zonas se procedió a la división de las sub-zonas.

Dentro de las zonas seleccionadas se procedió a la determinación de las sub-zonas necesariamente se tuvo que tomar diferentes criterios, para la zona I se consideró los linderos que sub dividen el área de acuerdo a los propietarios y para la zona II se consideró estradas, camino vecinal y trochas que articulan la concesión castañera, en la zona I se ubicó a la sub-zona I, II y III; en la zona II se ubicó a la sub-zona IV, V, VI y VII; respectivamente. A continuación de manera aleatoria se procedió a seleccionar las sub-zonas, En la zona I se seleccionó la sub-zona III y en la zona II se seleccionó la sub-zona VII, (Ver anexos 8 y 9).

2.3.1.2. Identificación y selección de bloques

Después de haber ubicado y seleccionado las zonas y la sub-zonas, se procedió a la identificación de bloques. Para el presente estudio se identificaron un total de 11 bloques, un bloque para la sub-zona III, (zona I) y 10 bloques para la sub-zona VII, (zona II).

Seguidamente de identificado los bloques dentro de las dos zonas, se procedió a la selección de los mismos en el cual se realizó el censo de árboles de la especie *Beilschmiedia towarensis*, para la determinación del número muestras. Cabe resaltar que la selección del bloque en la zona II, se realizó al azar para garantizar que todos los bloques que componen la sub-zona VII tuvieran a priori la misma probabilidad de ser elegidos. En la zona I la selección del bloque realizó de forma directa porque solo se contaba con un solo bloque debido a la pequeña extensión que presentaba la sub-zona III.

Bajo este contexto los bloques seleccionados fueron los siguientes: para la sub-zona III se seleccionó el bloque I y para la sub-zona VII se seleccionó el bloque VI.

Tabla 5
Bloques seleccionados.

ZONA	SUB-ZONA	BLOQUE
Zona I - BTa	III	I
Zona II - BCb	VII	VI

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.3. Censo de arboles

El censo de la especie forestal, se realizó con la clara intención de obtener el volumen expresado en (m³) por unidad de superficie (ha) de la especie en cada bloque seleccionado de igual manera fue de gran utilidad para la determinación de la población, muestra y selección de los árboles, de la cual posteriormente se obtendrán todas las muestras para los ensayo de las propiedades físicas. Cabe resaltar que el censo se realizó teniendo en cuenta los DAP's de los árboles, para ello las mismas deben tener DAP mayores y/o iguales a 41 cm, según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 458-2002-INRENA.

Tabla 6
Censo forestal de la especie *Beilschmiedia towarensis*, en el bloque I, sub-zona III, zona I.

N°	Especie Nombre Común	Cod.	DAP (m)	H.C (m)	Vol. (m3)	Coordenadas UTM		Obs.
						Este	Norte	
1	Palta moena	B1A1	0,57	12	1,99	460794	8591953	
2	Palta moena	B1A2	0,60	15	2,76	460822	8591883	
3	Palta moena	B1A3	0,53	13	1,86	460866	8591834	Seleccionado
4	Palta moena	B1A4	0,62	14	2,75	460917	8591707	
5	Palta moena	B1A5	0,49	16	1,96	460943	8591637	Seleccionado
6	Palta moena	B1A6	0,55	14	2,16	461049	8591468	
7	Palta moena	B1A7	0,68	15	3,54	461100	8591273	
8	Palta moena	B1A8	0,51	14	1,86	461286	8591031	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7
Censo forestal de la especie *Beilschmiedia towarensis*, en el bloque VI, sub-zona VII, zona II.

N°	Especie Nombre Común	Cod.	DAP (m)	H.C (m)	Vol. (m3)	Coordenadas UTM		Obs.
						Este	Norte	
1	Palta moena	B2A1	0,65	14	3,02	465092	8715531	
2	Palta moena	B2A2	0,53	16	2,29	465001	8715535	Seleccionado
3	Palta moena	B2A3	0,49	13	1,59	465038	8715784	
4	Palta moena	B2A4	0,60	15	2,76	465094	8715917	
5	Palta moena	B2A5	0,62	17	3,34	465112	8716058	
6	Palta moena	B2A6	0,55	15	2,32	465035	8716150	Seleccionado
7	Palta moena	B2A7	0,47	13	1,47	465116	8716281	
8	Palta moena	B2A8	0,50	15	1,91	465038	8716359	
9	Palta moena	B2A9	0,56	15	2,40	465133	8716431	
10	Palta moena	B2A10	0,52	14	1,93	465047	8716535	
11	Palta moena	B2A11	0,45	13	1,34	465106	8716732	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.4. Población

Según la NTP - 251.008, define a la población como el conjunto de individuos sobre las cuales se va a determinar una o más propiedades, en el presente estudio la población se pudo obtener a través del censo forestal que fueron realizados en los bloques seleccionados, a continuación se muestra la población del estudio que es el número de árboles por bloque, sub-zona y zona, (ver tabla 8).

Tabla 8
Determinación de la población.

ZONA	SUB-ZONA	BLOQUE	POBLACIÓN
Zona I – BTa	III	I	8 árboles
Zona II - BCb	VII	VI	11 árboles

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.5. Muestra

La selección de los árboles fueron completamente al azar tal como lo estipula la NTP 251.008, para asegurar que todos los componentes de la población tuvieran la misma probabilidad de pertenecer a la muestra, es preciso resaltar que durante el proceso de selección de los árboles se tomaron en cuenta a aquellas especies que presentaban buenas condiciones fitosanitarias como fuste recto y sin daños patológicos, asimismo fue necesario tomar muestras (hojas, ramitas y Corteza) de cada uno de los árboles seleccionados para su respectiva identificación botánica. La identificación botánica y certificación fue realizada por el Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares, (ver tabla 9).

Tabla 9
Muestras seleccionadas.

N°	Especie	Cod.	Coordenadas UTM		Obs.
	Nombre Común		Este	Norte	
1	Palta moena	B1A3	460866	8591834	Seleccionado
2	Palta moena	B1A5	460943	8591637	Seleccionado
3	Palta moena	B2A2	465001	8715535	Seleccionado
4	Palta moena	B2A6	465035	8716150	Seleccionado

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.6. Selección de árboles dentro del bloque

Después de conocer el número de árboles de la especie *Beilschmiedia towarensis*, que se tenían en los bloques seleccionados, se procedió a la selección de los árboles dentro de los bloques en mención.

En la sub-zona III, se seleccionaron 2 árboles y en la sub-zona VII, también se seleccionaron 2 árboles, cabe resaltar que este proceso de selección se realizó tal y como se menciona líneas arriba, completamente al azar para dar cumplimiento a lo estipulado en la NTP – 251.008, asimismo se tomaron muestras de cada uno de los árboles para su respectiva identificación botánica. Cabe resaltar que la identificación y certificación botánica fue realizada por el Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre.

A continuación se muestran los árboles que fueron seleccionados por bloque, sub-zona y zona, es preciso recordar que de estos árboles seleccionados se obtuvieron las trozas, viguetas y probetas para luego ser sometidos a los diferentes ensayos de las propiedades físicas de la madera de Palta moena, (Ver tabla 10).

Tabla 10
Coordenadas de los árboles seleccionados por bloque.

Zona	Sub-Zona	Bloque	Arb. N°	DAP (m)	H.C (m)	Vol. (m3)	Coordenadas UTM	
							Este	Norte
I	III	I	B1A3	0,53	13	1,86	480349	8690528
			B1A5	0,49	16	1,96	480141	8690852
II	VII	VI	B2A2	0,53	16	2,29	480659	8690480
			B2A6	0,55	15	2,32	480162	8690853

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.7. Selección de trozas

Post-selección de los árboles, inmediatamente se procedió al tumbado de los mismos tanto en el bosque de terraza alta como en el bosque de terraza baja, una vez concluida la etapa del tumbado se procedió a dividir el fuste de cada árbol en trozas longitudinales de 1,30 m, con el único propósito de obtener tablones muy bien orientado con respecto a los anillos de crecimientos de 15 cm. Todas las trozas obtenidas de cada árbol seleccionado, estuvo codificada de la siguiente manera (T₁, T₂, T₃, T₄,...) esta codificación nos dará la facilidad para poder hacer el correcto seguimiento en posteriores procesos, la codificación se realizó desde la base del fuste hacia la copa del árbol, de acuerdo a la NTP 251.008.

En la siguiente tabla se muestra la codificación de los árboles seleccionados, del mismo modo el código de las trozas para cada árbol y el código de las trozas seleccionadas por árbol respectivamente. Cabe resaltar que el proceso de selección de las trozas de realizó al azar, (Ver tabla 11).

Tabla 11
Código de árboles y trozas seleccionadas.

Árbol N°	Código de troza	Troza seleccionada
B1A3	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇	T ₃
B1A5	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈ , T ₉	T ₇
B2A2	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀	T ₄
B2A6	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈	T ₂

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.8. Selección de viguetas y obtención de probetas

Después de haber seleccionado las trozas, se procedió a realizar el correspondiente aserrío longitudinal con el propósito de obtener tablones centrales debidamente orientados de 15 cm de espesor, después de obtener el tablón se procedió a dividir las en piezas de 5 cm para finalmente obtener

viguetas de 15 x 5 cm, cada espacio de 5 cm estuvo codificada de la siguiente manera (V₁, V₂, V₃, V₄,...), después del proceso de codificación fueron sometidos a una selección completamente al azar, durante la selección de las viguetas se vio por conveniente eliminar la zona de la medula para evitar posibles distorsiones en los resultados.

Después de seleccionar las viguetas de 15 x 5 cm, estas fueron automáticamente aserradas in situ, concluida el aserrío inmediatamente se procedió a pintar las caras con pintura de aluminio con la finalidad de que estos no pierdan ni ganen humedad del ambiente, estas viguetas fueron transportadas al aserradero para su posterior despiece siguiendo las recomendaciones de la norma NTP 251.009.

En la siguiente tabla se muestran la totalidad de viguetas obtenidas por cada troza y las viguetas seleccionadas por cada tablón central, (Ver tabla 12).

Tabla 12
Viguetas obtenidas y viguetas seleccionadas por tablón central.

Árbol N°	Troza seleccionada	Viguetas	Viguetas seleccionadas
B1A3	T ₃	V ₁ , V ₂ , V ₃ , V ₄ , V ₅ , V ₆ , V ₇ , V ₈	V ₇ y V ₅
B1A5	T ₇	V ₁ , V ₂ , V ₃ , V ₄ , V ₅ , V ₆	V ₁ y V ₃
B2A2	T ₄	V ₁ , V ₂ , V ₃ , V ₄ , V ₅ , V ₆ , V ₇	V ₂ y V ₃
B2A6	T ₂	V ₁ , V ₂ , V ₃ , V ₄ , V ₅ , V ₆ , V ₇ , V ₈	V ₄ y V ₆

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente las viguetas obtenidas y seleccionas en campo atraviesan por un proceso de re-aserrío para perfilar la vigueta a las dimensiones que se requieren y como resultado se obtuvieron las viguetas finales con medidas de 3 x 3 x 130 cm, de las que posteriormente se obtuvieron probetas de 3 x 3 x 10 cm.

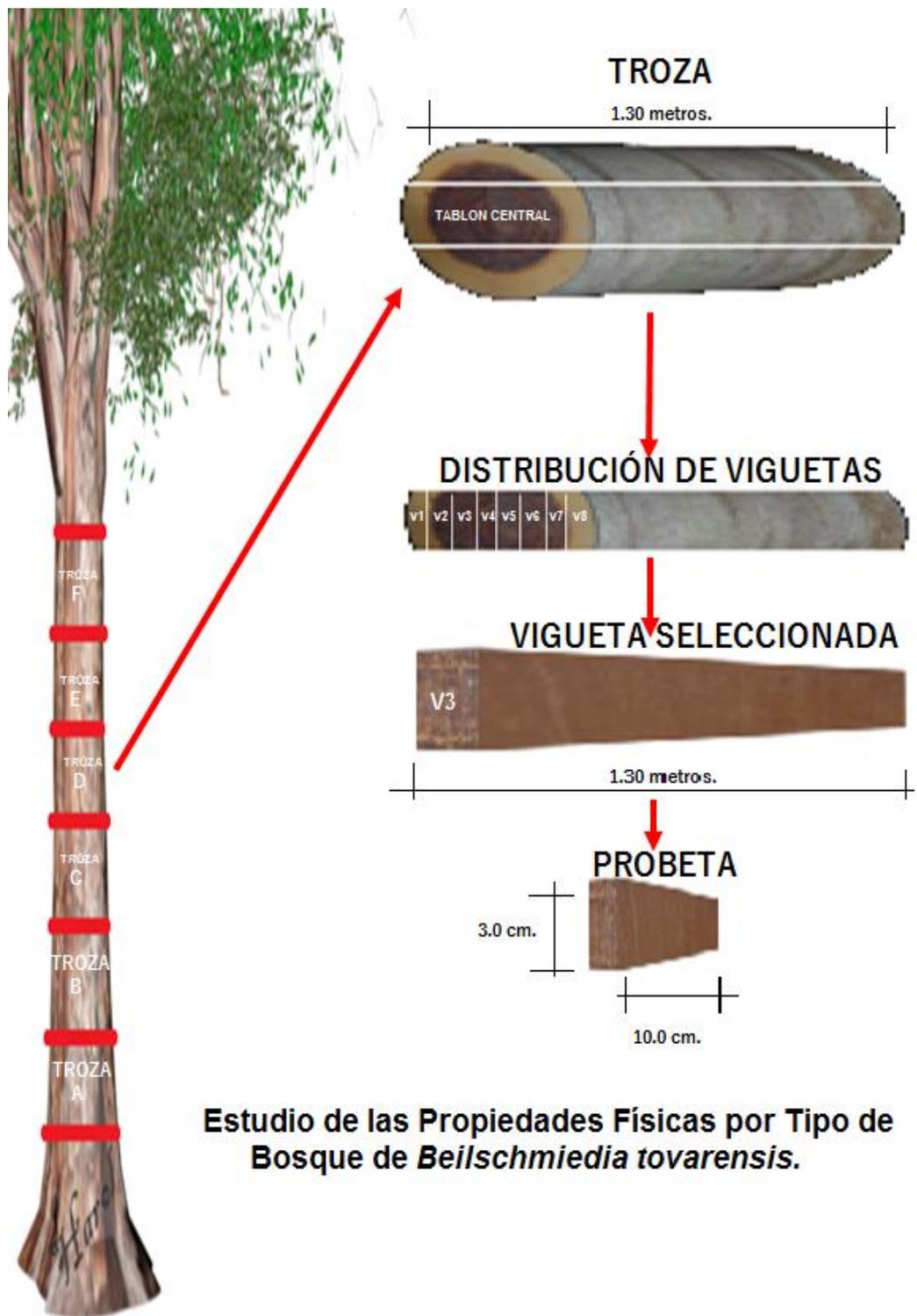
En la presente investigación se obtuvieron en total 192 probetas, 24 probetas por cada vigueta, de ellas se seleccionaron al azar 10 probetas. Las probetas seleccionadas estuvieron libres de defectos (rajaduras, ojos, etc.) y los cortes estuvieron bien direccionados en las tres direcciones (radial, tangencial y longitudinal).

Como proceso final se obtuvieron 80 probetas para los ensayos de las propiedades físicas, 20 probetas por árbol las cuales fueron codificadas según la zona, sub-zona, bloque, número de árbol y viguetas seleccionadas.

Tabla 13
Codificación de las probetas seleccionadas.

Zona	Sub-Zona	Bloque	Arb. N°	Viguetas selec.	Código de probetas
I	III	I	B1A3	V7	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
				V5	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20
			B1A5	V1	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
				V3	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20
II	VII	VI	B2A2	V2	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
				V3	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20
			B2A6	V4	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
				V6	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20

Fuente: Elaboración propia.



Estudio de las Propiedades Físicas por Tipo de Bosque de *Beilschmiedia towarensis*.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Esquema de obtención de las muestras de maderas de *Beilschmiedia towarensis*.

2.3.2. Determinación de las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida.

2.3.2.1. Determinación del contenido de humedad

Según la NTP - 251.010, señala que existen dos métodos de ensayos que se emplean para determinar el contenido de humedad de la madera y se detallan a continuación: método de *secado en estufa* y el método de *extracción con disolventes*. El método que se utilizó para el presente estudio, es el método de *secado en estufa*.

Para emplear el método de *secado en estufa* se requiere necesariamente los siguientes aparatos, una balanza con precisión de 0,1 g. para obtener el peso húmedo y seco de cada una de las probetas, también se requiere de una estufa eléctrica provista de un termorregulador que permita graduar la temperatura de hasta 103 ± 2 °C y finalmente un desecador de laboratorio provisto de sustancia higroscópica adecuada (silica gel).

Después de haber obtenido las probetas se procedió a pesarlas uno por uno, para determinar el peso húmedo (Ph), acto seguido se colocó todas las probetas en la estufa y finalmente se aplicó un calentamiento gradual hasta alcanzar los 103 ± 2 °C, cabe mencionar que después de cada aumento de temperatura gradual se tuvo que dejar enfriar en el desecador e inmediatamente pesar cada una de las probetas. Este procedimiento se ha repetido hasta obtener peso constante de las probetas y mediante la fórmula convencional del contenido de humedad (CH%) se realizó el cálculo de cada una de las probetas.

$$CH\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad (%)

Ph = Peso húmedo (g)

Ps = Peso anhidro o seco al aire (g)

2.3.2.2. Determinación de la densidad en estado verde (D)

La NTP - 251.011, define a la densidad como la razón entre el peso y el volumen de la madera a un determinado contenido de humedad. Después de obtener el peso inicial de todas las probetas expresadas en gramos por lectura directa en la balanza, se procedió a la obtención del volumen.

Según la NTP – 251.011, el volumen de las probetas puede ser determinado por dos métodos: por *medición directa* y por *medición indirecta*, en el presente estudio se vio por conveniente aplicar el método de *medición indirecta* o por inmersión en agua, este método consiste en sumergir totalmente la probeta en un recipiente (vaso de precipitados) con agua y sin tocar el fondo del recipiente, en un peso conocido de agua se registrará el incremento del peso correspondiente, que representará el volumen de la probeta, se aplicó este procedimiento en todas las probetas del ensayo, la formula convencional que se aplicará para la obtención de la densidad es:

$$D = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3$$

Donde:

D = Densidad de la madera en g/cm³

m = Masa a un determinado CH (g)

V = Volumen a un determinado CH (cm³)

2.3.2.3. Densidad básica (DB)

Una vez que se determinó el peso inicial de cada una de las probetas inmediatamente se procedió a someterlas a un secado en una estufa a una temperatura de 103 ± 2 °C hasta lograr alcanzar un peso constante de todas las probetas, cabe resaltar que se incrementó lentamente la temperatura cada 24 horas en diferentes etapas (10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C,..., 100°C, 105°C).

Como ya se mencionó líneas arriba, antes de pesar las probetas necesariamente se tuvieron que enfriar utilizando para este fin un desecador provisto de material higroscópico (silica gel) con la finalidad de evitar la absorción de la humedad presente en el ambiente. El peso de las probetas fue expresadas en gramos y fueron obtenidos por lectura directa en la balanza.

Durand (1989) y Siau (1984), citado por Rosales (2009), definen que la densidad básica de la madera es la razón entre el peso anhidro y el volumen de la probeta saturada, la formula convencional para la determinar la densidad básica es como sigue:

$$DB = \frac{m_0}{V_h} \text{ g/cm}^3$$

Donde:

DB = Densidad básica en g/cm^3

M_0 = Masa anhidra (g)

V_h = Volumen húmedo (cm^3)

2.3.2.4. Densidad anhidra (Do)

Según la NTP - 251.011, la densidad de la madera en estado anhidro, es el resultado del cociente entre el peso y el volumen en este estado anhidro expresado en g/cm^3 .

Una vez obtenido los datos del peso anhidro de las todas probetas se procedió seguidamente a la determinación del volumen anhidro, este procedimiento fue realizado por el método de inmersión, para ello se tuvo que seguir el mismo procedimiento de la densidad y la formula convencional que se aplicó para hallar le densidad anhidra es:

$$D_a = \frac{m_0}{V_0} \text{ g/cm}^3$$

Donde:

D_a = Densidad de la madera en g/cm^3

m_0 = Masa a un determinado CH (g)

V_0 = Volumen a un determinado CH (cm^3)

2.3.2.5. Determinación de las contracciones de la madera

De acuerdo con la NTP - 251.012, para la determinación de las contracciones de la madera, primeramente se marcaron las probetas en las caras tangenciales y radiales, con el propósito de que la lectura sea siempre en el mismo punto, seguidamente se procedió a determinar el peso de las probetas expresada en gramos, la lectura del peso de las probetas, como en los ensayos anteriores fue obtenido por lectura directa de la balanza.

Cabe resaltar que para la determinación de las dimensiones de las probetas en estado verde se tuvo que considerar que las lecturas sean tomadas siempre en los mismos puntos centrales de las caras (radial, tangencial y longitudinal), para la obtención de estos datos necesariamente fue mediante el uso del micrómetro digital.

Para la determinación de las dimensiones de las probetas en estado anhidro se tomaron los procedimientos empleados en la determinación de la densidad anhidra, terminado este proceso se procedió a la determinación de las dimensiones en los mismos puntos que fueron tomados en el estado verde.

La fórmula convencional que se utilizó para la determinación de la contracción tangencial total del estado verde al estado anhidro será de acuerdo a la NTP - 251.012:

$$C_{tt}(\%) = \frac{D_{tv} - D_{ta}}{D_{tv}} \times 100$$

Donde:

C_{tt} = Contracción tangencial total (%)

D_{tv} = Dimensión tangencial en estado verde

D_{ta} = Dimensión tangencial en estado anhidro

Según NTP - 251.012, la formula convencional que se aplicó para la determinación de la contracción radial total del estado verde al estado anhidro es:

$$C_{rt}(\%) = \frac{D_{rv} - D_{ra}}{D_{rv}} \times 100$$

Donde:

C_{rt} = Contracción radial total (%)

D_{rv} = Dimensión radial en estado verde

D_{ra} = Dimensión radial en estado anhidro

Según NTP - 251.012, la formula convencional que se empleará para la determinación de la contracción longitudinal total del estado verde al estado anhidro es:

$$C_{lt}(\%) = \frac{D_{lv} - D_{la}}{D_{lv}} \times 100$$

Donde:

C_{lt} = Contracción longitudinal total (%)

D_{lv} = Dimensión longitudinal en estado verde

D_{la} = Dimensión longitudinal en estado anhidro

Según la NTP - 251.012, la fórmula convencional que se aplicó para la determinación de la contracción volumétrica total del estado verde al estado anhidro es:

$$C_{vt} (\%) = C_{tt} + C_{rt} + C_{lt}$$

Donde:

C_{vt} = Contracción volumétrica total (%)

C_{tt} = Contracción tangencial total (%)

C_{rt} = Contracción radial total (%)

C_{lt} = Contracción longitudinal total (%)

Según Crespo *et al.* (2008), la fórmula convencional que se aplicó para determinar la relación de la contracción tangencial y radial es:

$$\text{Relación T/R} = \frac{\text{Contracción tangencial \%}}{\text{Contracción radial \%}}$$

2.3.3. Técnica de análisis de datos

Después de haber obtenido los datos necesarios para la determinación de las propiedades físicas de la madera de *Beischmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, se procedió a realizar los cálculos y analizar la información, en hojas de cálculo del programa *Microsoft Office Excel 2007*.

En la presente investigación se utilizó el Software Estadístico “R”, donde se determinó los valores de las propiedades físicas de la madera de Palta moena en el bosque de terraza alta y bosque de colina baja. Del mismo modo se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), para determinar si los valores determinados son o no estadísticamente iguales y para obtener información más detallada sobre las diferencias entre medias específicas, se utilizará el método de comparación múltiple de Tukey, puesto que el número de repeticiones son constantes en los dos tipos de bosque.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque, (ver Tabla 14).

Tabla 14

Valores promedio y desviación estándar ANOVA y Teste de Tukey para las propiedades físicas, en los dos tipos de bosque de la madera de *Beilschmiedia towarensis*.

Tipo de Bosque	Contenido Humedad (%)	Densidad Básica (g/cm ³)	Contracción Radial (%)	Contracción Tangencial (%)	Contracción Volumétrica (%)	Contracción Longitudinal (%)	Relación T/R
BTa	91,69±28,10 ^A	0,52±0,02 ^A	5,38±0,92 ^A	10,83±1,61 ^A	13,17±1,04 ^A	0,47±0,14 ^B	2,03±0,39 ^A
BCb	96,78±13,26 ^A	0,51±0,01 ^B	5,10±1,04 ^A	10,09±1,34 ^B	12,58±1,13 ^B	0,54±0,13 ^A	1,96±0,36 ^A
Promedio	94,23±21,98	0,52±0,015	5,24±0,99	10,46±1,52	12,88±1,12	0,50±0,14	1,99±0,38

Fuente: Elaboración propia. *Parámetros con letras diferentes difieren estadísticamente (p<0,05).

3.1. Contenido de Humedad de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados respecto al contenido de humedad de la especie *Beilschmiedia towarensis* se muestran en la siguiente tabla, (ver Tabla 15).

Tabla 15

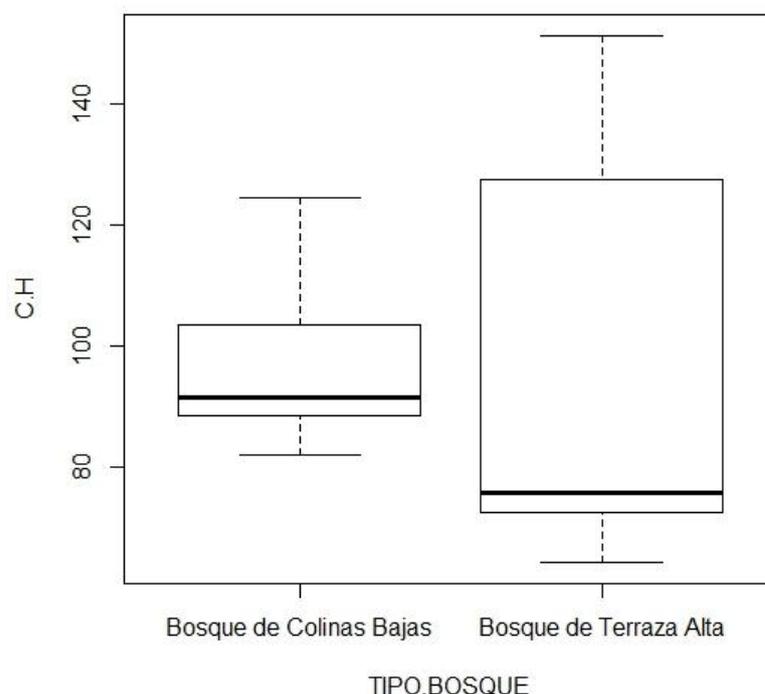
Anova de contenido de humedad por tipo de bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0,05%
Trat.	4	14 970	3 743	12,09	2,49
Error	75	23 210	309		
Total	79	38 180			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 15, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias significativas entre el contenido de humedad de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física del contenido de humedad, sin embargo, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que el contenido de humedad, de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente iguales, debido a que $T_c < T_t$ (ver Figura 6), presentando el tipo de bosque de terraza alta un contenido de humedad de 91,69% ($\pm 28,10$) y el tipo de bosque de colina baja presenta un contenido de humedad de 96,78% ($\pm 13,26$), (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6
Contenido de Humedad de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, el contenido de humedad, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 94,23% ($\pm 21,98$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son similares, como los encontrados por Callo (2014), que obtuvo un 93% de contenido de humedad.

3.2. Densidad Básica de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados obtenidos con respecto a la densidad básica se muestran a continuación, (ver Tabla 16).

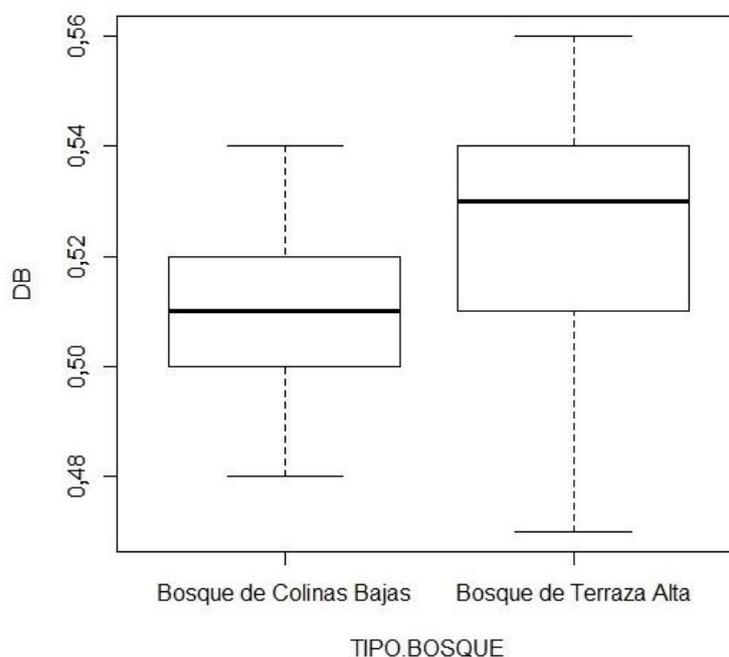
Tabla 16
Anova de Densidad Básica por tipo de Bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0,05%
Trat.	4	0,006509	0,0016272	5,161	2,49
Error	75	0,023646	0,0003153		
Total	79	0,030155			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 16, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias significativas entre la densidad básica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física de la densidad básica, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la densidad básica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes, porque $T_c > T_t$ (ver Figura 7), presentando el tipo de bosque de terraza alta una densidad básica de $0,52 \text{ g/cm}^3 (\pm 0,02)$ y el tipo de bosque de colina baja presenta una contracción volumétrica de $0,51 \text{ g/cm}^3 (\pm 0,01)$, debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes, (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Densidad Básica de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la densidad básica, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de $0,52 \text{ g/cm}^3 (\pm 0,015)$, (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie son diferentes, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), que obtuvo un $0,48 \text{ g/cm}^3$, de densidad básica. En cualquiera de los casos la densidad básica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, se encuentra clasificado como media.

3.3. Contracción Radial de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados respecto a la contracción radial de la especies *Beilschmiedia towarensis* se muestran a continuación, (ver Tabla 17).

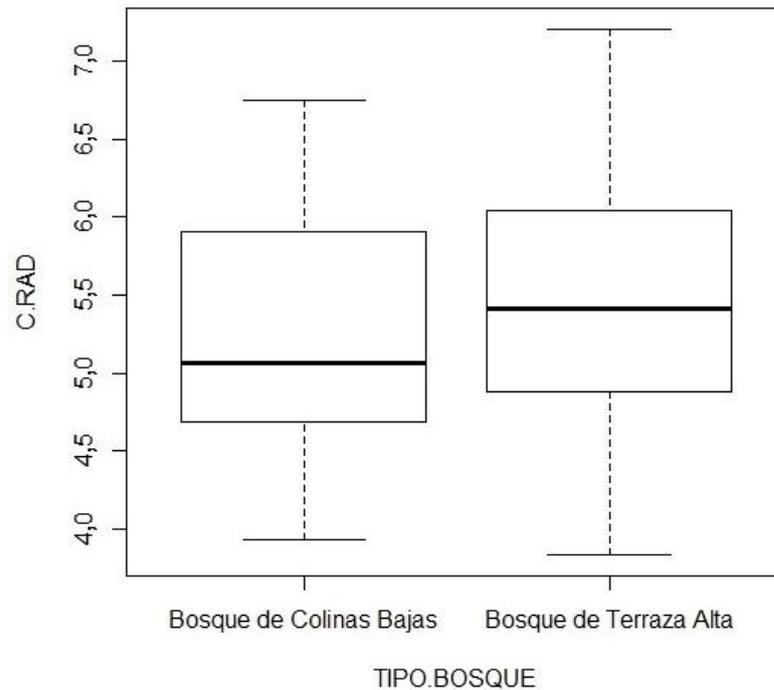
Tabla 17
Anova de Contracción Radial por tipo de Bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0,05%
Trat.	4	9,45	2,3629	2,636	2,49
Error	75	67,23	0,8963		
Total	79	76,68			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 17, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias entre la contracción radial de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física de la contracción radial, sin embargo, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción radial, de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente iguales, debido a que $T_c < T_t$ (ver Figura 8), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción radial de $5,38\% (\pm 0,92)$ y el tipo de bosque de colina baja presenta una contracción radial de $5,10\% (\pm 1,04)$, (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8
Contracción Radial de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción radial, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 5,24% ($\pm 0,99$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son diferentes, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), que obtuvo un 6,3% de contracción radial; que puede ser explicado por el relieve, clima, tipo de bosque, topografía, ecología, etc, donde se extrajo los árboles.

3.4. Contracción Tangencial de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados obtenidos con respecto a la contracción tangencial se muestran a continuación, (ver Tabla 18).

Tabla 18
Anova de Contracción Tangencial por tipo de Bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t. 0,05%
Trat.	4	52,48	13,119	7,613	2,49
Error	75	129,25	1,723		
Total	79	181,73			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 18, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias significativas entre la contracción tangencial de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física de la contracción tangencial, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción tangencial de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes, debido a que $T_c > T_t$ (ver Figura 9), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción tangencial de 10,83% ($\pm 1,61$) y el tipo de bosque de colina baja presenta una contracción tangencial de 10,09% ($\pm 1,34$), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes, (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9
Contracción Tangencial de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción tangencial, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 10,46% ($\pm 1,52$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras

investigaciones de la misma especie, son diferentes, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), que obtuvo un 11,39% de contracción tangencial; que puede ser explicado por el relieve, clima, tipo de bosque, topografía, ecología, etc, donde se extrajo los árboles.

3.5. Contracción Volumétrica de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados obtenidos con respecto a la contracción volumétrica se muestran a continuación, (ver Tabla 19).

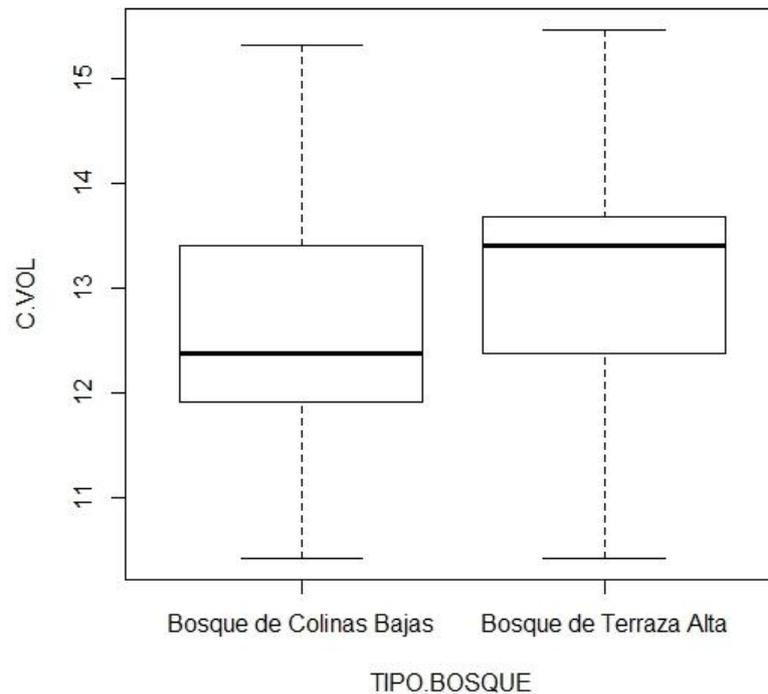
Tabla 19
Anova de Contracción Volumétrica por tipo de Bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t.
					0,05%
Trat.	4	14,44	3,610	3,198	2,49
Error	75	84,66	1,129		
Total	79	99,1			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 19, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias significativas entre la contracción volumétrica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física de la contracción volumétrica, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción volumétrica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes, porque $T_c > T_t$ (ver Figura 10), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción volumétrica de 13,17% ($\pm 1,04$) y el tipo de bosque de colina baja presenta una contracción volumétrica de 12,58% ($\pm 1,13$), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes, (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10
Contracción Volumétrica de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción volumétrica, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 12,88% ($\pm 1,12$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son similares, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), que obtuvo un 12,93% de contracción volumétrica. Ambos resultados se encuentran clasificados como contracción volumétrica media.

3.6. Contracción Longitudinal de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados obtenidos con respecto a la contracción longitudinal se muestran a continuación, (ver Tabla 20).

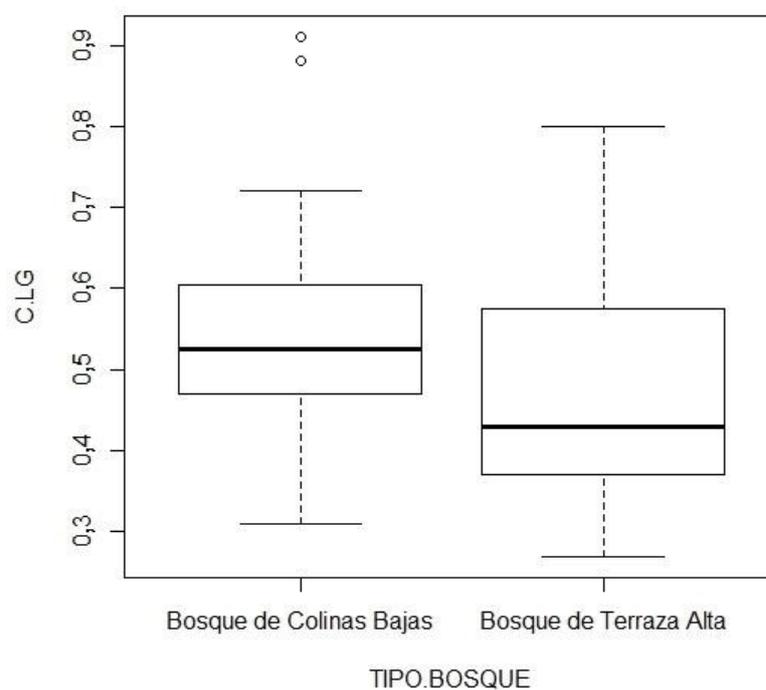
Tabla 20
Anova de Contracción Longitudinal por tipo de bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculado	F.t. 0,05%
Trat.	4	0,3156	0,07889	5,024	2,49
Error	75	1,1775	0,01570		
Total	79	1,4931			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 20, como “F calculado” es mayor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias significativas entre la contracción longitudinal de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física de la contracción longitudinal, según la prueba de Tukey, podemos decir que con un 95% de certeza que la contracción longitudinal de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente diferentes, porque $T_c > T_t$ (ver Figura 11), presentando el tipo de bosque de terraza alta una contracción longitudinal de 0,47% ($\pm 0,14$) y el tipo de bosque de colina baja presenta una contracción longitudinal de 0,54% ($\pm 0,13$), debido a diferentes factores ecológicos, edáficos, relieve, topográficos, etc, que se encuentran en dichos ambientes, (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11
Contracción Longitudinal de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, la contracción longitudinal, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 0,50% ($\pm 0,14$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras

investigaciones de la misma especie, son diferentes, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), que obtuvo un 0,11% de contracción longitudinal. Esto puede ser explicado por el relieve, clima, tipo de bosque, topografía, ecología, etc, donde se extrajo los árboles.

3.7. Índice de Estabilidad (T/R) de *Beilschmiedia towarensis*

Los resultados obtenidos con respecto al índice de estabilidad se muestran a continuación, (ver Tabla 21).

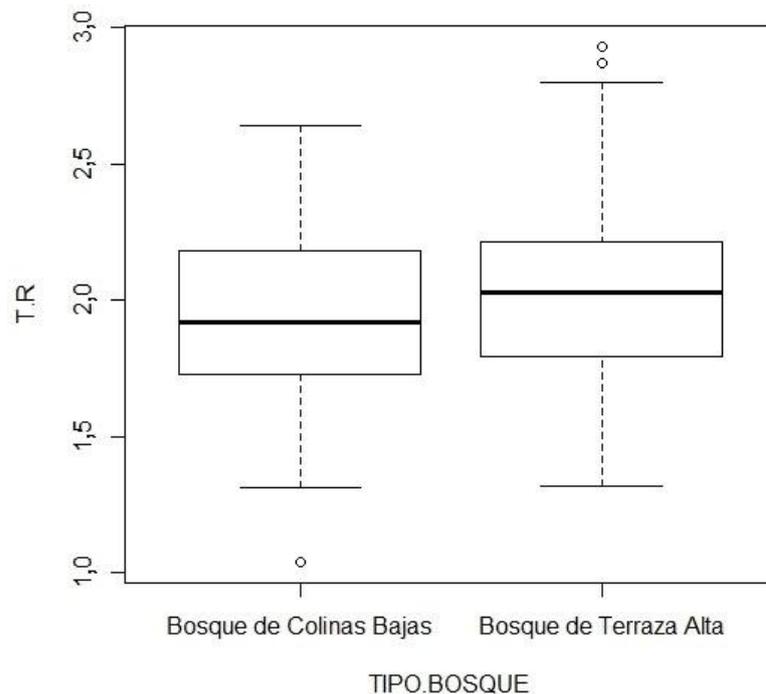
Tabla 21
Anova del Índice de Estabilidad (T/R) por tipo de bosque.

F.V	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. calculado	F.t.
					0,05%
Trat.	4	0,751	0,1878	1,35	2,49
Error	75	10,434	0,1391		
Total	79	11,185			

Fuente: Elaboración propia.

Según Tabla 21, como “F calculado” es menor a “F tabulado” al 5%, entonces se concluye que con un 95% de certeza podemos hallar diferencias no significativas entre el índice de estabilidad de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque.

En la Tabla 14, para la propiedad física del índice de estabilidad, según la prueba de Tukey ello se reafirma, pudiendo decir que con un 95% de certeza que el índice de estabilidad, de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, en dos tipos de bosque son estadísticamente iguales, debido a que $T_c < T_t$ (ver Figura 12), presentando el tipo de bosque de terraza alta un índice de estabilidad de 2,03 ($\pm 0,39$) y el tipo de bosque de colina baja presenta un índice de estabilidad de 1,96 ($\pm 0,36$), (ver Tabla 14).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12
Índice de Estabilidad de *Beilschmiedia towarensis* por Tipo de Bosque.

Por otra parte, el índice de estabilidad, promedio para la madera de *Beilschmiedia towarensis*, es de 1,99 ($\pm 0,38$), (ver Tabla 14), este resultado comparado con otras investigaciones de la misma especie, son diferentes, por ejemplo los resultados encontrados por Callo (2014), quien obtuvo un 1,8 del índice de estabilidad. Si bien los datos son diferentes, ambos resultados se encuentran clasificados como índice de estabilidad estable y de buen comportamiento al secado.

Los resultados analizados, de las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, por ser medianamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Industria de la construcción, encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, carpintería, puertas, ventanas, reposteros, chapas decorativas, ebanistería, acabados finos y en mueblería en general.

CONCLUSIONES

- La densidad básica de la madera *Beilschmiedia towarensis*, cualitativamente se clasifica como “media”.
- La contracción volumétrica de la madera *Beilschmiedia towarensis*, cualitativamente se clasifica como “media”.
- El índice de estabilidad de la madera *Beilschmiedia towarensis*, cualitativamente se clasifica como “estable”.
- Por otra parte, en base al análisis estadístico se concluye que el bosque de terraza alta presentó mayores valores de las propiedades físicas de la madera *Beilschmiedia towarensis*, en comparación al tipo de bosque de colina baja.
- La madera de *Beilschmiedia towarensis*, por ser moderadamente pesada y su resistencia media, puede ser utilizado en: Industria de la construcción, encofrados, revestimientos, estructuras clavadas y empernadas, carpintería, puertas, ventanas, reposteros, chapas decorativas, ebanistería, acabados finos y en mueblería en general.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de anatomía ecológica de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, para entender las diferencias en las propiedades físicas en los dos tipos de bosques.
- Analizar las propiedades mecánicas en los dos tipos de bosques, para determinar si existe variaciones en estas propiedades de la madera de *Beilschmiedia towarensis*.
- Hacer productos finales en base a los resultados de las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, para mostrar las bondades de la especie y poder promocionarla al mercado local y nacional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Callo, J. (2014). *Determinación de las propiedades Físicas y Características Anatómicas de la especie Aspidosperma subincanum MART. & ZUCC. (Quillobordon) y Beilschmiedia towarensis (Meisn.) Sa.Nishida (Palta Moena) Provenientes del Distrito las Piedras - Provincia de Tambopata - Departamento Madre de Dios – Perú* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.
- Campos, C. (2015). *Determinación de propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de Pinus maximinoi H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, San Juan Chamelco, Guatemala.
- Crespo, R., Jiménez, E., Suatunce, P., Law, G y Sánchez, C. (2008). Análisis Comparativo de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de *Tectona grandis* L.F. (Teca) de Quevedo y Balzar. *Ciencia y Tecnología*. 41 (1), 79-85. Recuperado de <http://www.tropix.cirad.fr/america/SALI.pdf>
- Cuevas, E. (2003). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera, Material de apoyo en Propiedades Físicas y Mecánicas*. Talca, Chile.
- Díaz, P. (2005). *Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes* (Tesis de pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2003). *Mapificación y Evaluación Forestal del Bosque de Producción Permanente del Departamento de Madre de Dios*. Recuperado de <http://www.Researchgate.net/publication/317030577>
- Jost, F. (2006). *Propiedades físico mecánicas de la Araucaria angustifolia proveniente de plantaciones de Oxapampa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Juela, T. (2015). *Caracterización de las Propiedades Físicas de la Madera de Eucalyptus saligna Smith en la Provincia de Loja* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

- Junta del Acuerdo de Cartagena. (1984). *Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú*.
- Martínez, F y Lázaro, T. (2007). *Variabilidad de las propiedades físico-mecánicas de la madera de cuatro regiones de procedencia de Pinus pinaster Aiton* (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, Asturias, España.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 251.008. (2004). *Madera, Selección y colección de muestras*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 251.009. (2004). *Madera, Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 251.010. (2004). *Madera, Método para determinar el contenido de humedad*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 251.011. (2004). *Madera, Método de determinación de la contracción*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana (NTP) 251.012. (2004). *Madera, Método para determinar la densidad*. Lima, Perú.
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre. (2013). *Distribución de las Especies Forestales del Perú*.
- Portal, L. (2008). *Propiedades Física Mecánicas y Características Anatómicas de la especie "Palo Bastón" Crepidospermum goudotianum (Tul) Triana & Planch. - proveniente del Tahuamanu – Madre de Dios* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.
- Quispe, I. (2011). *Análisis Comparativo de las Propiedades Físicas de la Madera de Tetragastris altíssima (Aubl.) Swartz, de Dos Tipos de Bosque del Distrito Las Piedras – Madre de Dios* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

- Quispe, L. (2014). *Caracterización Dendrológica de 20 especies Forestales del Bosque Montano Húmedo en la Región del Madidi* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Reyes, E., Valero, S., y Garayse, D. (2003). Estudio preliminar de las propiedades físicas de la especie *Azadirachta indica* (Neem), procedente del Estado Falcón, Venezuela. *Revista Forest*, 47(2), 23 – 29.
- Rivera, S. (2014). *Variación del Contenido de Humedad y Cambio Dimensional en Diferentes Alturas de Fuste de Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) En la Zona Tingo María Propiedades* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Torres, F. (2009). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas de la especie Pino chuncho (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke) proveniente de plantaciones del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt–Ucayali* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Vega, N. (2010). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke procedente de plantaciones de 20 años del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt Ucayali (Perú)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Villa, B. (2009). *Propiedades físico mecánicas de la especie Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke provenientes de plantaciones instaladas en la estación experimental Alexander Von Humboldt* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: PROGRESO DEL SECADO DE LAS PROBETAS POR ÁRBOL – ZONA I

Progreso del secado de probetas – Árbol B1A3

CÓDIGO / T°	PESO DE PROBETAS (g/día)																				
	1	2 10 °C	3 20 °C	4 30 °C	5 40 °C	6 50 °C	7 60 °C	8 70 °C	9 80 °C	10 90 °C	11 100 °C	12 105 °C	13 105 °C	14 105 °C	15 105 °C	16 105 °C	17 105 °C	18 105 °C	19 105 °C	20 105 °C	21 105 °C
B1A3P1	89,88	70	65,65	54,59	54,99	54,62	53,89	53,18	52,61	52,14	51,85	51,71	51,66	51,63	51,59	51,64	51,48	51,61	51,47	51,52	51,49
B1A3P2	88,09	71,21	67,14	55,07	55,41	55,05	54,39	53,52	52,92	52,52	52,20	52,08	52,01	52,01	51,96	52,00	51,84	51,97	51,87	51,88	51,86
B1A3P3	87,08	68,51	63,94	52,70	53,04	52,68	52,08	51,14	50,63	50,25	49,91	49,83	49,75	49,73	49,70	49,74	49,57	49,64	49,56	49,61	49,59
B1A3P4	89,94	72,18	67,68	55,05	55,39	54,95	54,32	53,41	52,89	52,47	52,16	52,05	51,99	51,96	51,93	51,97	51,83	51,90	51,83	51,86	51,86
B1A3P5	89,09	70,39	65,96	54,35	54,67	54,28	53,64	52,76	52,24	51,82	51,48	51,38	51,29	51,26	51,22	51,29	51,12	51,21	51,11	51,19	51,12
B1A3P6	92,29	73,77	69,27	57,10	57,52	57,22	56,64	55,92	55,20	54,70	54,30	54,16	54,08	54,06	53,99	54,02	53,90	53,98	53,93	53,97	53,87
B1A3P7	88,56	69,37	65,12	52,68	53,05	52,73	52,20	51,46	50,87	50,39	50,04	49,92	49,85	49,84	49,77	49,78	49,70	49,75	49,71	49,74	49,69
B1A3P8	93,35	72,3	67,61	56,36	56,71	56,36	55,73	54,84	54,28	53,80	53,44	53,33	53,26	53,25	53,18	53,19	53,11	53,17	53,12	53,14	53,14
B1A3P9	90,28	72,09	67,23	54,96	55,28	54,97	54,33	53,44	52,93	52,45	52,11	51,98	51,90	51,90	51,83	51,85	51,76	51,81	51,75	51,79	51,80
B1A3P10	89,81	70,97	66,25	53,80	54,14	53,8	53,25	52,40	51,91	51,44	51,05	50,93	50,86	50,85	50,77	50,84	50,70	50,78	50,69	50,76	50,70
B1A3P11	86,20	69,8	64,64	54,28	54,61	54,33	53,72	52,79	52,28	51,83	51,48	51,40	51,29	51,28	51,24	51,30	51,13	51,22	51,13	51,17	51,08
B1A3P12	88,91	71,63	66,6	54,81	55,05	54,84	54,33	53,26	52,77	52,27	51,88	51,76	51,71	51,68	51,65	51,64	51,55	51,60	51,58	51,57	
B1A3P13	91,03	70,6	65,17	54,46	54,72	54,48	53,98	52,94	52,47	51,94	51,54	51,42	51,37	51,36	51,30	51,29	51,24	51,28	51,24	51,23	
B1A3P14	88,69	71,83	66,28	55,07	55,38	55,02	54,96	53,45	52,95	52,50	52,13	52,02	51,94	51,91	51,88	51,85	51,78	51,83	51,79	51,80	
B1A3P15	88,18	66,24	62,02	52,02	52,34	51,98	51,36	50,58	50,02	49,61	49,24	49,15	49,06	49,04	48,99	49,01	48,91	48,97	48,92	48,96	48,98
B1A3P16	90,82	71,28	65,79	54,34	54,66	54,25	53,43	52,64	52,13	51,80	51,43	51,32	51,23	51,21	51,16	51,20	51,10	51,14	51,07	51,12	51,08
B1A3P17	89,33	72,49	68,34	56,11	56,39	56,02	55,3	54,37	53,88	53,41	53,09	53,00	52,92	52,86	52,86	52,84	52,74	52,82	52,76	52,78	52,77
B1A3P18	92,76	68,57	65,04	54,21	54,53	54,2	53,55	52,71	52,20	51,74	51,44	51,37	51,29	51,28	51,21	51,22	51,11	51,18	51,12	51,12	
B1A3P19	83,91	63,02	58,36	48,48	48,76	48,45	47,82	47,19	46,64	46,24	45,93	45,80	45,74	45,75	45,72	45,70	45,58	45,66	45,62	45,61	45,62
B1A3P20	84,44	68,43	64,73	54,52	54,84	54,46	53,81	52,93	52,43	52,03	51,71	51,59	51,54	51,50	51,46	51,50	51,34	51,43	51,37	51,41	51,38

Progreso del secado de probetas – Árbol B1A5

CÓDIGO /T°	PESO DE PROBETAS (g/día)																				
	1	2 10 °C	3 20 °C	4 30 °C	5 40 °C	6 50 °C	7 60 °C	8 70 °C	9 80 °C	10 90 °C	11 100 °C	12 105 °C	13 105 °C	14 105 °C	15 105 °C	16 105 °C	17 105 °C	18 105 °C	19 105 °C	20 105 °C	21 105 °C
B1A5P1	113.08	110.64	109.55	67.78	67.06	65.50	63.72	61.22	58.27	54.13	50.85	49.95	49.85	49.80	49.75	49.67	49.6	49.64	49.6	49.59	
B1A5P2	112.83	111.93	110.75	68.07	67.36	65.93	63.91	61.46	58.68	54.62	51.43	50.44	50.30	50.26	50.21	50.14	50.08	50.11	50.09	50.07	
B1A5P3	113.90	112.4	111.33	69.27	68.57	67.18	65.06	62.64	59.94	55.49	51.89	50.58	50.47	50.38	50.30	50.23	50.18	50.21	50.17	50.16	
B1A5P4	89.86	88.16	86.26	55.56	56.04	55.62	54.82	53.73	53.24	52.78	52.40	52.14	52.10	52.13	52.06	52.02	51.94	52.00	51.94	51.94	
B1A5P5	112.97	111.54	110.92	68.64	67.89	66.36	64.45	61.80	59.16	55.12	51.24	49.99	49.85	49.81	49.70	49.63	49.56	49.61	49.57	49.54	49.57
B1A5P6	119.62	108.46	107.34	67.66	66.90	65.66	64.07	61.63	58.92	54.37	49.88	48.09	47.94	47.86	47.80	47.73	47.65	47.68	47.61	47.63	47.65
B1A5P7	109.00	108.55	107.11	67.38	66.60	65.32	63.63	61.14	58.51	53.90	49.05	47.13	46.99	46.91	46.85	46.76	46.73	46.74	46.68	46.69	46.73
B1A5P8	112.51	111.79	110.67	66.43	65.69	64.47	62.71	60.18	57.63	53.69	50.14	48.93	48.81	48.77	48.69	48.61	48.55	48.58	48.53	48.54	48.56
B1A5P9	111.37	110.77	109.86	66.07	65.24	63.71	61.86	59.39	56.48	52.37	48.48	47.29	47.17	47.12	47.06	46.99	46.93	46.96	46.90	46.92	46.92
B1A5P10	91.34	88.19	85.88	55.93	56.39	56.08	55.47	54.56	53.86	53.72	53.07	52.83	52.80	52.80	52.75	52.76	52.64	52.70	52.6	52.64	52.62
B1A5P11	91.31	88.76	86.10	56.10	56.48	56.29	55.58	54.76	54.05	53.57	53.20	52.96	52.95	52.99	52.91	52.91	52.77	52.85	52.76	52.80	
B1A5P12	91.40	88.92	84.86	56.47	56.84	56.59	55.91	55.25	54.31	54.07	53.45	53.22	53.20	53.22	53.15	53.14	53.04	53.08	53.00	53.03	
B1A5P13	112.56	111.15	109.83	65.94	65.25	63.89	62.12	59.86	57.16	53.05	49.82	48.79	48.66	48.61	48.55	48.48	48.42	48.47	48.42	48.42	
B1A5P14	90.53	89.64	88.12	57.59	57.98	57.71	57.08	55.97	55.43	54.94	54.56	54.31	54.27	54.31	54.25	54.23	54.14	54.15	54.09	54.12	
B1A5P15	91.22	89.90	87.64	56.23	56.61	56.45	55.78	54.74	54.16	53.69	53.34	53.13	53.09	53.12	53.04	53.06	52.93	52.96	52.89	52.92	52.93
B1A5P16	113.44	112.22	110.73	68.90	68.13	66.52	64.63	62.20	59.27	53.62	51.10	50.15	50.07	50.04	49.98	49.89	49.85	49.88	49.84	49.84	
B1A5P17	110.32	109.14	107.92	68.35	67.50	65.93	63.96	61.50	58.47	53.00	49.08	47.86	47.75	47.70	47.64	47.57	47.51	47.54	47.50	47.50	
B1A5P18	110.43	109.45	107.95	65.110	64.25	62.63	60.65	57.85	54.68	49.60	46.32	45.42	45.31	45.27	45.23	45.18	45.13	45.16	45.13	45.12	
B1A5P19	91.09	89.61	86.98	56.25	56.70	56.19	55.29	54.38	53.72	53.45	53.00	52.74	52.70	52.73	52.67	52.65	52.53	52.59	52.52	52.52	
B1A5P20	90.05	88.27	86.80	55.93	56.32	55.98	55.14	54.19	53.59	53.27	52.85	52.64	52.60	52.63	52.53	52.34	52.42	52.49	52.40	52.40	

ANEXO 2: PROGRESO DEL SECADO DE LAS PROBETAS POR ÁRBOL – ZONA II

Progreso del secado de probetas – Árbol B2A2

CÓDIGO / T°	PESO DE PROBETAS (g/día)																				
	1	2 10 °C	3 20 °C	4 30 °C	5 40 °C	6 50 °C	7 60 °C	8 70 °C	9 80 °C	10 90 °C	11 100 °C	12 105 °C	13 105 °C	14 105 °C	15 105 °C	16 105 °C	17 105 °C	18 105 °C	19 105 °C	20 105 °C	21 105 °C
B2A2P1	90.97	89.12	87.45	51.15	51.43	50.97	50.43	49.56	49.08	48.68	48.41	48.37	48.27	48.28	48.28	48.33	48.12	48.22	48.22	48.17	48.22
B2A2P2	96.41	95.03	92.73	56.19	56.5	56.10	55.37	54.56	53.95	53.56	53.26	53.17	53.04	53.07	53.07	53.12	52.93	53.00	52.97	52.93	52.99
B2A2P3	93.46	91.64	90.46	51.68	51.97	51.67	50.94	50.30	49.69	49.39	49.05	49.00	48.85	48.92	48.89	48.93	48.76	48.83	48.80	48.80	
B2A2P4	93.50	91.78	89.58	51.60	51.84	51.52	50.79	50.13	49.58	49.23	48.91	48.85	48.75	48.75	48.77	48.78	48.63	48.69	48.67	48.66	
B2A2P5	92.75	90.76	89.32	51.11	51.41	51.07	50.36	49.66	49.1	48.75	48.49	48.41	48.28	48.29	48.31	48.34	48.15	48.25	48.23	48.20	48.25
B2A2P6	89.82	88.33	86.60	50.67	51.04	50.80	50.20	49.56	48.83	48.54	48.15	48.08	47.96	47.99	47.97	48.02	47.85	47.86	47.88	47.87	
B2A2P7	91.09	90.10	87.98	50.83	51.13	50.90	50.36	49.59	48.88	48.56	48.19	48.09	48.02	48.03	48.02	48.03	47.90	47.94	47.93	47.93	
B2A2P8	97.05	96.30	94.81	56.37	56.71	56.34	55.75	54.77	54.14	53.77	53.42	53.30	53.21	53.24	53.20	53.24	53.08	53.40	53.12	53.11	
B2A2P9	92.48	91.51	89.86	52.49	52.88	52.59	51.98	51.24	50.63	50.33	49.95	49.84	49.76	49.77	49.76	49.77	49.63	49.66	49.67	49.65	
B2A2P10	96.31	94.84	93.30	53.27	53.66	53.34	52.69	51.97	51.36	51.04	50.67	50.59	50.47	50.49	50.48	50.52	50.40	50.42	50.41	50.39	
B2A2P11	94.42	92.82	90.89	52.19	52.53	52.24	51.64	50.7	50.26	49.86	49.54	49.42	49.34	49.36	49.35	49.38	49.21	49.25	49.26	49.23	49.24
B2A2P12	95.24	93.85	92.08	52.74	53.05	52.75	52.18	51.28	50.75	50.31	50.01	49.87	49.80	49.81	49.81	49.81	49.68	49.72	49.73	49.71	
B2A2P13	93.61	92.19	90.46	51.58	51.88	51.62	51.02	50.19	49.65	49.27	48.95	48.86	48.79	48.79	48.79	48.78	48.66	48.70	48.70	48.69	
B2A2P14	93.96	92.69	91.60	52.77	52.99	52.70	52.03	51.23	50.66	50.27	49.94	49.85	49.77	49.77	49.78	49.77	49.65	49.70	49.70	49.65	49.73
B2A2P15	94.71	92.72	91.14	51.62	51.90	51.57	50.94	50.05	49.57	49.17	48.88	48.80	48.69	48.69	48.69	48.75	48.56	48.60	48.63	48.57	48.62
B2A2P16	93.58	91.88	90.46	52.65	52.90	52.55	51.93	51.08	50.54	50.19	49.80	49.74	49.67	49.65	49.65	49.66	49.52	49.57	49.55	49.55	
B2A2P17	90.95	89.61	87.63	52.25	52.52	52.19	51.50	50.62	50.09	49.79	49.49	49.34	49.26	49.25	49.26	49.26	49.13	49.16	49.17	49.17	
B2A2P18	93.66	92.43	90.85	53.14	53.46	53.12	52.42	51.64	51.02	50.73	50.43	50.32	50.21	50.23	50.23	50.23	50.10	50.14	50.17	50.15	
B2A2P19	94.96	93.58	91.93	52.19	52.42	52.09	51.40	50.68	50.09	49.71	49.40	49.30	49.21	49.20	49.20	49.21	49.08	49.14	49.14	49.14	
B2A2P20	94.00	92.21	90.53	51.55	51.90	51.53	50.81	50.06	49.57	49.26	48.87	48.81	48.71	48.72	48.70	48.79	48.57	48.62	48.63	48.60	

Progreso del secado de probetas – Árbol B2A6

CÓDIGO / T°	PESO DE PROBETAS (g/día)																				
	1	2 10 °C	3 20 °C	4 30 °C	5 40 °C	6 50 °C	7 60 °C	8 70 °C	9 80 °C	10 90 °C	11 100 °C	12 105 °C	13 105 °C	14 105 °C	15 105 °C	16 105 °C	17 105 °C	18 105 °C	19 105 °C	20 105 °C	21 105 °C
B2A6P1	93.54	72.70	68.12	52.41	52.69	52.37	51.66	50.86	50.20	49.94	49.68	49.54	49.47	49.49	49.53	49.49	49.34	49.41	49.39	49.45	49.39
B2A6P2	93.12	73.38	69.88	53.16	53.46	53.19	52.37	51.59	50.95	50.65	50.37	50.23	50.17	50.18	50.21	50.10	50.05	50.09	50.08	50.13	50.09
B2A6P3	95.14	74.77	69.18	53.47	53.86	53.50	52.84	52.00	51.47	51.09	50.8	50.65	50.59	50.61	50.63	50.55	50.48	50.51	50.49	50.55	50.55
B2A6P4	94.75	74.31	69.83	52.96	53.28	53.03	52.22	51.47	50.89	50.53	50.27	50.16	50.07	50.08	50.10	50.02	49.95	49.97	49.96	50.02	49.99
B2A6P5	94.42	75.91	70.78	53.91	54.28	53.93	53.24	52.36	51.77	51.47	51.22	51.05	50.97	50.98	51.02	50.92	50.84	50.89	50.87	50.84	50.84
B2A6P6	101.10	83.95	78.68	55.02	54.74	53.86	52.54	51.06	49.47	47.90	47.14	46.78	46.71	46.69	46.72	46.65	46.58	46.64	46.60	46.64	
B2A6P7	102.22	88.21	83.26	56.79	56.46	55.51	54.12	52.52	50.81	48.73	47.71	47.29	47.21	47.2	47.21	47.14	47.07	47.11	47.09	47.1	47.13
B2A6P8	95.29	76.17	70.75	52.33	52.62	52.33	51.75	50.89	50.25	49.83	49.55	49.37	49.30	49.3	49.32	49.22	49.18	49.22	49.2	49.22	
B2A6P9	95.03	76.19	70.8	53.59	53.86	53.60	52.85	52.07	51.29	51.03	50.68	50.49	50.43	50.44	50.47	50.37	50.3	50.34	50.33	50.34	
B2A6P10	93.52	74.43	68.35	52.78	53.11	52.84	52.22	51.39	50.67	50.52	50.08	49.89	49.81	49.82	49.86	49.78	49.7	49.77	49.72	49.77	
B2A6P11	95.64	76.11	69.57	53.22	53.59	53.47	52.99	52.03	51.33	50.92	50.60	50.38	50.28	50.29	50.33	50.18	50.14	50.24	50.18	50.25	50.18
B2A6P12	104.52	91.37	85.75	61.87	61.44	60.49	59.14	57.20	54.86	51.34	48.73	47.87	47.74	47.71	47.72	47.62	47.57	47.62	47.58	47.63	
B2A6P13	96.06	73.66	67.37	52.80	53.15	52.93	52.46	51.57	50.82	50.55	50.14	49.98	49.89	49.9	49.92	49.88	49.77	49.79	49.77	49.83	49.81
B2A6P14	103.13	86.64	80.63	58.06	57.74	56.74	55.32	53.63	51.77	49.12	47.58	47.06	46.97	46.95	46.96	46.88	46.81	46.87	46.85	46.84	46.89
B2A6P15	105.05	87.11	81.24	59.86	59.55	58.59	57.18	55.51	53.61	50.94	49.3	48.7	48.58	48.55	48.58	48.52	48.43	48.49	48.44	48.47	48.48
B2A6P16	106.04	89.59	84.41	61.40	61.04	59.97	58.50	56.62	54.17	49.70	48.12	47.58	47.50	47.46	47.5	47.36	47.33	47.39	47.36	47.4	47.36
B2A6P17	101.86	86.04	81.35	56.58	56.36	55.34	53.92	52.37	50.53	48.43	47.69	47.34	47.24	47.22	47.24	47.13	47.10	47.16	47.11	47.15	
B2A6P18	99.99	81.28	75.85	52.47	52.49	51.61	50.51	49.46	48.6	48.02	47.67	47.39	47.31	47.30	47.32	47.2	47.17	47.21	47.17	47.23	47.2
B2A6P19	103.81	87.24	81.38	57.31	57.10	56.08	54.66	52.92	50.84	48.49	47.61	47.13	47.04	47.02	47.03	46.93	46.89	46.93	46.91	46.94	
B2A6P20	105.77	89.41	83.74	60.22	59.9	58.81	57.27	55.51	53.32	49.93	48.00	47.38	47.25	47.24	47.25	47.16	47.10	47.15	47.12	47.18	47.15

ANEXO 3: MEDICIÓN DE LAS CONTRACCIONES DE LA MADERA POR ÁRBOL – ZONA I

Medición de las contracciones de la madera – Árbol B1A3

Código de probeta	Medición en estado Húmedo				Medición en estado Anhidro			
	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)
B1A3P1	3,110	3,098	10,207	96	2,77	2,95	10,14	84
B1A3P2	3,093	3,116	10,232	98	2,78	2,94	10,16	84
B1A3P3	3,059	3,104	10,233	95	2,80	2,91	10,19	83
B1A3P4	3,095	3,093	10,22	96	2,73	2,94	10,16	83
B1A3P5	3,071	3,123	10,234	97	2,79	2,92	10,17	84
B1A3P6	3,082	3,097	10,222	96	2,73	2,92	10,14	82
B1A3P7	3,108	3,106	10,235	97	2,77	2,94	10,18	84
B1A3P8	3,112	3,091	10,228	97	2,75	2,95	10,16	84
B1A3P9	3,097	3,105	10,217	97	2,75	2,94	10,16	84
B1A3P10	3,096	3,094	10,232	97	2,76	2,93	10,18	84
B1A3P11	3,103	3,086	10,207	96	2,76	2,95	10,16	84
B1A3P12	3,094	3,124	10,234	98	2,79	2,94	10,19	84
B1A3P13	3,096	3,109	10,230	97	2,77	2,93	10,19	84
B1A3P14	3,103	3,130	10,234	98	2,83	2,93	10,19	86
B1A3P15	3,093	3,103	10,213	97	2,79	2,95	10,17	85
B1A3P16	3,103	3,113	10,218	97	2,78	2,95	10,16	84
B1A3P17	3,113	3,126	10,242	98	2,75	2,95	10,17	84
B1A3P18	3,018	3,047	10,218	95	2,79	2,93	10,19	83
B1A3P19	3,086	3,125	10,234	97	2,80	2,95	10,19	85
B1A3P20	3,049	3,125	10,249	96	2,76	2,90	10,18	83

Medición de las contracciones de la madera – Árbol B1A5

Código de probeta	Medición en estado Húmedo				Medición en estado Anhidro			
	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)
B1A5P1	3,124	3,085	10,227	97	2,74	2,92	10,19	84
B1A5P2	3,183	3,083	10,213	97	2,72	2,93	10,18	83
B1A5P3	3,100	3,122	10,229	97	2,72	2,95	10,19	84
B1A5P4	3,110	3,119	10,224	98	2,81	2,98	10,19	86
B1A5P5	3,075	3,122	10,228	97	2,72	2,93	10,20	83
B1A5P6	3,046	3,102	10,219	95	2,70	2,90	10,19	82
B1A5P7	3,056	3,085	10,132	94	2,69	2,91	10,10	82
B1A5P8	3,090	3,012	10,190	97	2,66	2,94	10,15	82
B1A5P9	3,074	3,104	10,249	96	2,65	2,91	10,21	82
B1A5P10	3,101	3,136	10,234	98	2,81	2,95	10,20	86
B1A5P11	3,111	3,125	10,229	98	2,81	2,99	10,17	86
B1A5P12	3,128	3,126	10,225	98	2,81	2,98	10,18	86
B1A5P13	3,101	3,100	10,160	97	2,67	2,95	10,13	83
B1A5P14	3,116	3,194	10,240	97	2,82	2,98	10,17	86
B1A5P15	3,103	3,115	10,225	96	2,83	2,98	10,18	86
B1A5P16	3,095	3,121	10,231	97	2,72	2,95	10,19	84
B1A5P17	3,040	3,094	10,248	95	2,68	2,89	10,20	82
B1A5P18	3,072	3,103	10,245	96	2,69	2,91	10,21	83
B1A5P19	3,110	3,126	10,230	98	2,83	2,99	10,19	87
B1A5P20	3,117	3,135	10,236	98	2,80	2,97	10,18	86

ANEXO 4: MEDICIÓN DE LAS CONTRACCIONES DE LA MADERA POR ÁRBOL – ZONA II

Medición de las contracciones de la madera – Árbol B2A2

Código de probeta	Medición en estado Húmedo				Medición en estado Anhidro			
	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)
B2A2P1	3,097	3,104	10,260	97	2,81	2,95	10,21	85
B2A2P2	3,114	3,115	10,234	98	2,82	2,97	10,16	86
B2A2P3	3,099	3,099	10,234	97	2,80	2,96	10,17	85
B2A2P4	3,104	3,109	10,246	97	2,81	2,95	10,19	85
B2A2P5	3,113	3,044	10,233	95	2,76	2,97	10,18	84
B2A2P6	3,113	3,007	10,273	95	2,74	2,97	10,22	84
B2A2P7	3,073	3,102	10,231	95	2,80	2,92	10,18	84
B2A2P8	3,116	3,132	10,203	98	2,86	2,98	10,11	86
B2A2P9	3,102	3,081	10,229	94	2,78	2,96	10,19	84
B2A2P10	3,101	3,122	10,236	98	2,83	2,96	10,18	86
B2A2P11	3,104	3,113	10,234	97	2,83	2,97	10,18	86
B2A2P12	3,104	3,121	10,229	97	2,81	2,96	10,18	85
B2A2P13	3,108	3,121	10,225	98	2,82	2,97	10,17	86
B2A2P14	3,060	3,11	10,233	96	2,79	2,90	10,18	83
B2A2P15	3,090	3,092	10,214	96	2,79	2,95	10,16	86
B2A2P16	3,079	3,105	10,228	96	2,80	2,91	10,17	83
B2A2P17	3,081	3,106	10,264	97	2,92	2,95	10,21	85
B2A2P18	3,101	3,086	10,230	97	2,80	2,95	10,18	84
B2A2P19	3,083	3,080	10,242	96	2,80	2,94	10,19	84
B2A2P20	3,092	3,096	10,247	97	2,83	2,95	10,18	85

Medición de las contracciones de la madera – Árbol B2A6

Código de probeta	Medición en estado Húmedo				Medición en estado Anhidro			
	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)	D. Radial (cm)	D. Tang. (cm)	D. Long. (cm)	D. Vol. (cm ³)
B2A6P1	3,092	3,116	10,234	97	2,77	2,91	10,18	84
B2A6P2	3,115	3,104	10,233	97	2,76	2,93	10,17	83
B2A6P3	3,115	3,113	10,228	97	2,76	2,92	10,16	83
B2A6P4	3,107	3,091	10,239	97	2,75	2,94	10,17	83
B2A6P5	3,122	3,134	10,233	98	2,75	2,95	10,17	83
B2A6P6	3,113	3,069	10,248	95	2,78	2,94	10,21	85
B2A6P7	3,109	3,085	10,235	97	2,76	2,92	10,20	85
B2A6P8	3,090	3,073	10,238	96	2,75	2,88	10,19	82
B2A6P9	3,118	3,110	10,230	97	2,75	2,94	10,18	84
B2A6P10	3,079	3,086	10,229	96	2,76	2,90	10,17	83
B2A6P11	3,095	3,090	10,270	97	2,77	2,94	10,18	84
B2A6P12	3,103	3,058	10,232	96	2,75	2,91	10,20	84
B2A6P13	3,113	3,081	10,226	96	2,75	2,93	10,16	83
B2A6P14	3,106	3,070	10,237	96	2,75	2,92	10,19	85
B2A6P15	3,112	3,094	10,226	97	2,79	2,91	10,18	85
B2A6P16	3,084	3,074	10,227	96	2,79	2,88	10,18	85
B2A6P17	3,120	3,072	10,22	96	2,76	2,93	10,16	85
B2A6P18	3,107	3,118	10,228	98	2,80	2,95	10,18	86
B2A6P19	3,104	3,073	10,234	96	2,78	2,89	10,20	84
B2A6P20	3,086	3,084	10,225	96	2,78	2,90	10,19	84

ANEXO 5: DATOS DE ÁRBOLES Y TROZAS SELECCIONADAS – ZONA I

DATOS DEL ARBOL B1A3

IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección : <i>24 de abril del 2017</i>		N° del árbol: <i>B1A3</i>		
Nombre común : <i>Palta moena</i>				
Identificada por : <i>Jaime Oblitas Machaca</i>				
Nombre científico : <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida				
Certificado por : <i>Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares</i>				
Fecha de toma de las muestras botánicas: <i>24 de abril del 2017</i>				
Hojas: <i>Si</i>	Ramitas: <i>Si</i>	Corteza: <i>Si</i>	Flores: <i>No</i>	Frutos: <i>No</i>

UBICACIÓN

Provincia: <i>Tambopata</i>	Distrito: <i>Tambopata</i>
Zona: <i>I, sub-zona III</i>	
Referencia del mapa: <i>Si</i>	Carretera: <i>Si</i>
Registrada en croquis: <i>Si</i>	Pueblo más cercano: <i>San Bernardo</i>

DESCRIPCIÓN

Clase:	Dominante : <i>Si</i>	Intermedia : <i>No</i>	
D.A.P: <i>0.53 m</i>	Altura total : <i>19 m</i>	Altura comercial : <i>13 m</i>	
Copa y follaje	Grande: <i>No</i>	Mediana: <i>Si</i>	Pequeña : <i>No</i>
Tipo de bosque: <i>Bosque de terraza alta</i>			

Forma del tronco:	Aletones : <i>Si</i>	Recto: <i>Si</i>	Torcido: <i>No</i>
	Cilíndrico : <i>No</i>		Excéntrico: <i>No</i>

Tipo de corteza:	Color : <i>Café oscuro</i>	Superficie : Desprendimiento en placas
	Espesor : <i>1 cm</i>	Espinoza : <i>No</i>
	Látex : <i>No</i>	Resina : <i>No</i>
	Goma : <i>No</i>	Colorante : <i>No</i>

DATOS DE LA TROZA T3, ARBOL B1A3

IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: <i>24 de abril del 2017</i>	N° del Árbol: <i>B1A3</i>
	N° de la troza: <i>T3</i>

MEDICIÓN

Diámetro mayor	A	d.1: <i>50 cm</i>
		d.2: <i>43 cm</i>

Diámetro menor	A	d.1: <i>44 cm</i>
		d.2: <i>41 cm</i>

Nota: d.1 = diámetro mayor
d.2 = diámetro menor

DESCRIPCIÓN

<u>Medula:</u>	Céntrico: <i>No</i>	Excéntrico: <i>Si</i>
----------------	---------------------	-----------------------

<u>Sanidad:</u>	Sana: <i>Si</i>	Hueca: <i>No</i>	Pudrición: <i>No</i>
	Comejenes: <i>No</i>	Grietas después del tumbado: <i>Si</i>	

<u>Albura:</u>	Se distingue del duramen	
	Color: <i>Beige claro</i>	Espesor: <i>4 cm</i>

<u>Duramen:</u>	Forma regular: <i>Si</i>	Irregular: <i>No</i>
	Color: <i>Beige oscuro</i>	Espesor: <i>26 cm</i>

MANEJO

Tratamiento profiláctico:	Insecticida: <i>No</i>
	Fungicida: <i>No</i>
	Extremos pintados: <i>Si</i>

Condición de la corteza:	Integra: <i>Si</i>	Dañada: <i>No</i>
--------------------------	--------------------	-------------------

Fecha de transporte:	Al aserradero: <i>26 de abril del 2017</i>
	Al laboratorio: <i>27 de abril del 2017</i>

DATOS DEL ARBOL B1A5

IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección : <i>24 de abril del 2017</i>		N° del árbol: <i>B1A5</i>		
Nombre común : <i>Palta moena</i>				
Identificada por : <i>Jaime Oblitas Machaca</i>				
Nombre científico : <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida				
Certificado por : <i>Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares</i>				
Fecha de toma de las muestras botánicas: <i>24 de abril del 2017</i>				
Hojas: <i>Si</i>	Ramitas: <i>Si</i>	Corteza: <i>Si</i>	Flores: <i>No</i>	Frutos: <i>No</i>

UBICACIÓN

Provincia: <i>Tambopata</i>	Distrito: <i>Tambopata</i>
Zona: <i>I, sub-zona III</i>	
Referencia del mapa: <i>Si</i>	Carretera: <i>Si</i>
Registrada en croquis: <i>Si</i>	Pueblo más cercano: <i>San Bernardo</i>

DESCRIPCIÓN

Clase:	Dominante : <i>Si</i>	Intermedia : <i>No</i>	
D.A.P: <i>0.49 m</i>	Altura total : <i>20 m</i>	Altura comercial : <i>16 m</i>	
Copa y follaje	Grande: <i>No</i>	Mediana: <i>No</i>	Pequeña : <i>Si</i>
Tipo de bosque: <i>Bosque de terraza alta</i>			

Forma del tronco:	Aletones : <i>Si</i>	Recto: <i>Si</i>	Torcido: <i>No</i>
	Cilíndrico : <i>No</i>		Excéntrico: <i>No</i>

Tipo de corteza:	Color : <i>Café oscuro</i>	Superficie : Desprendimiento en placas
	Espesor : <i>0.7 cm</i>	Espinoza : <i>No</i>
	Látex : <i>No</i>	Resina : <i>No</i>
	Goma : <i>No</i>	Colorante : <i>No</i>

DATOS DE LA TROZA T7, ARBOL B1A5

IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: *24 de abril del 2017*

N° del Árbol: <i>B1A5</i>

N° de la troza: <i>T7</i>

MEDICIÓN

Diámetro mayor

A

d.1: <i>39 cm</i>

d.2: <i>36 cm</i>

Diámetro menor

A

d.1: <i>38 cm</i>

d.2: <i>37 cm</i>

Nota:

d.1 = diámetro mayor

d.2 = diámetro menor

DESCRIPCIÓN

Medula:

Céntrico: <i>Si</i>	Excéntrico: <i>No</i>
---------------------	-----------------------

Sanidad:

Sana: <i>Si</i>	Hueca: <i>No</i>	Pudrición: <i>No</i>
-----------------	------------------	----------------------

Comejenes: <i>No</i>	Grietas después del tumbado: <i>No</i>
----------------------	--

Albura:

Se distingue del duramen

Color: <i>Beige claro</i>	Espesor: <i>2.5 cm</i>
---------------------------	------------------------

Duramen:

Forma regular: <i>Si</i>	Irregular: <i>No</i>
--------------------------	----------------------

Color: <i>Beige oscuro</i>	Espesor: <i>16 cm</i>
----------------------------	-----------------------

MANEJO

Tratamiento profiláctico:

Insecticida: <i>No</i>

Fungicida: <i>No</i>

Extremos pintados: <i>Si</i>

Condición de la corteza:

Integra: <i>Si</i>	Dañada: <i>No</i>
--------------------	-------------------

Fecha de transporte:

Al aserradero: <i>26 de abril del 2017</i>
--

Al laboratorio: <i>27 de abril del 2017</i>

ANEXO 6: DATOS DE ÁRBOLES Y TROZAS SELECCIONADAS – ZONA II

DATOS DEL ARBOL B2A2

IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección : <i>25 de abril del 2017</i>		N° del árbol: <i>B2A2</i>		
Nombre común : <i>Palta moena</i>				
Identificada por : <i>Edson Calderón Tuesta</i>				
Nombre científico : <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida				
Certificado por : <i>Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares</i>				
Fecha de toma de las muestras botánicas: <i>25 de abril del 2017</i>				
Hojas: <i>Si</i>	Ramitas: <i>Si</i>	Corteza: <i>Si</i>	Flores: <i>No</i>	Frutos: <i>No</i>

UBICACIÓN

Provincia: <i>Tahuamanu</i>	Distrito: <i>Tahuamanu</i>
Zona: <i>II, sub-zona VI</i>	
Referencia del mapa: <i>Si</i>	Carretera: <i>Si</i>
Registrada en croquis: <i>Si</i>	Pueblo más cercano: <i>Alerta</i>

DESCRIPCIÓN

Clase:	Dominante : <i>No</i>	Intermedia : <i>Si</i>	
D.A.P: <i>0.53 m</i>	Altura total : <i>22 m</i>	Altura comercial : <i>16 m</i>	
Copa y follaje	Grande: <i>No</i>	Mediana: <i>Si</i>	Pequeña : <i>No</i>
Tipo de bosque: <i>Bosque de colina baja</i>			

Forma del tronco:	Aletones : <i>Si</i>	Recto: <i>Si</i>	Torcido: <i>No</i>
	Cilíndrico : <i>No</i>		Excéntrico: <i>No</i>

Tipo de corteza:	Color : <i>Café oscuro</i>	Superficie : <i>Desprendimiento en placas</i>
	Espesor : <i>0.8 cm</i>	Espinoza : <i>No</i>
	Látex : <i>No</i>	Resina : <i>No</i>
	Goma : <i>No</i>	Colorante : <i>No</i>

DATOS DE LA TROZA T4, ARBOL B2A2

IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: <i>25 de abril del 2017</i>	N° del Árbol: <i>B2A2</i>
	N° de la troza: <i>T4</i>

MEDICIÓN

Diámetro mayor	A	d.1: <i>49 cm</i>
		d.2: <i>47 cm</i>

Diámetro menor	A	d.1: <i>47 cm</i>
		d.2: <i>48 cm</i>

Nota: d.1 = diámetro mayor
d.2 = diámetro menor

DESCRIPCIÓN

<u>Medula:</u>	Céntrico: <i>Si</i>	Excéntrico: <i>No</i>
----------------	---------------------	-----------------------

<u>Sanidad:</u>	Sana: <i>Si</i>	Hueca: <i>No</i>	Pudrición: <i>No</i>
	Comejenes: <i>No</i>	Grietas después del tumbado: <i>Si</i>	

<u>Albura:</u>	Se distingue del duramen	
	Color: <i>Beige claro</i>	Espesor: <i>5 cm</i>

<u>Duramen:</u>	Forma regular: <i>Si</i>	Irregular: <i>No</i>
	Color: <i>Beige oscuro</i>	Espesor: <i>30 cm</i>

MANEJO

Tratamiento profiláctico:	Insecticida: <i>No</i>
	Fungicida: <i>No</i>
	Extremos pintados: <i>Si</i>

Condición de la corteza:	Integra: <i>Si</i>	Dañada: <i>No</i>
--------------------------	--------------------	-------------------

Fecha de transporte:	Al aserradero: <i>26 de abril del 2017</i>
	Al laboratorio: <i>27 de abril del 2017</i>

DATOS DEL ARBOL B2A6

IDENTIFICACIÓN

Fecha de selección : <i>25 de abril del 2017</i>		N° del árbol: <i>B2A6</i>		
Nombre común : <i>Palta moena</i>				
Identificada por : <i>Edson Calderón Tuesta</i>				
Nombre científico : <i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida				
Certificado por : <i>Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares</i>				
Fecha de toma de las muestras botánicas: <i>25 de abril del 2017</i>				
Hojas: <i>Si</i>	Ramitas: <i>Si</i>	Corteza: <i>Si</i>	Flores: <i>No</i>	Frutos: <i>No</i>

UBICACIÓN

Provincia: <i>Tahuamanu</i>	Distrito: <i>Tahuamanu</i>
Zona: <i>II, sub-zona VI</i>	
Referencia del mapa: <i>Si</i>	Carretera: <i>Si</i>
Registrada en croquis: <i>Si</i>	Pueblo más cercano: <i>Alerta</i>

DESCRIPCIÓN

Clase:	Dominante : <i>No</i>	Intermedia : <i>Si</i>	
D.A.P: <i>0.55 m</i>	Altura total : <i>21 m</i>	Altura comercial : <i>15 m</i>	
Copa y follaje	Grande: <i>Si</i>	Mediana: <i>No</i>	Pequeña : <i>No</i>
Tipo de bosque: <i>Bosque de colina baja</i>			

Forma del tronco:	Aletones : <i>Si</i>	Recto: <i>Si</i>	Torcido: <i>No</i>
	Cilíndrico : <i>No</i>		Excéntrico: <i>No</i>

Tipo de corteza:	Color : <i>Café oscuro</i>	Superficie : <i>Desprendimiento en placas</i>
	Espesor : <i>0.8 cm</i>	Espinoza : <i>No</i>
	Látex : <i>No</i>	Resina : <i>No</i>
	Goma : <i>No</i>	Colorante : <i>No</i>

DATOS DE LA TROZA T2, ARBOL B2A6

IDENTIFICACIÓN

Fecha de talado: <i>25 de abril del 2017</i>	N° del Árbol: <i>B2A6</i>
	N° de la troza: <i>T2</i>

MEDICIÓN

Diámetro mayor	A	d.1: <i>51 cm</i>
		d.2: <i>49 cm</i>

Diámetro menor	A	d.1: <i>49 cm</i>
		d.2: <i>47 cm</i>

Nota: d.1 = diámetro mayor
d.2 = diámetro menor

DESCRIPCIÓN

<u>Medula:</u>	Céntrico: <i>Si</i>	Excéntrico: <i>No</i>
----------------	---------------------	-----------------------

<u>Sanidad:</u>	Sana: <i>Si</i>	Hueca: <i>No</i>	Pudrición: <i>No</i>
	Comejenes: <i>No</i>	Grietas después del tumbado: <i>Si</i>	

<u>Albura:</u>	Se distingue del duramen	
	Color: <i>Beige claro</i>	Espesor: <i>9 cm</i>

<u>Duramen:</u>	Forma regular: <i>Si</i>	Irregular: <i>No</i>
	Color: <i>Beige oscuro</i>	Espesor: <i>24 cm</i>

MANEJO

Tratamiento profiláctico:	Insecticida: <i>No</i>
	Fungicida: <i>No</i>
	Extremos pintados: <i>Si</i>

Condición de la corteza:	Integra: <i>Si</i>	Dañada: <i>No</i>
--------------------------	--------------------	-------------------

Fecha de transporte:	Al aserradero: <i>26 de abril del 2017</i>
	Al laboratorio: <i>27 de abril del 2017</i>

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

➤ FASE DE CAMPO



Foto 1: Censo de árboles en los bloques seleccionados.



Foto 2: Codificación de los árboles cesados.



Foto 3: Toma de coordenadas de los árboles censados.



Foto 4: Tumbado de los árboles seleccionados.



Foto 5: Medición y marcado de las trozas cada 1.30 m.



Foto 6: Codificación de las trozas marcadas cada 1.30 m.



Foto 7: Obtención de trozas seleccionadas.



Foto 8: Proceso de medición para la obtención de viguetas.

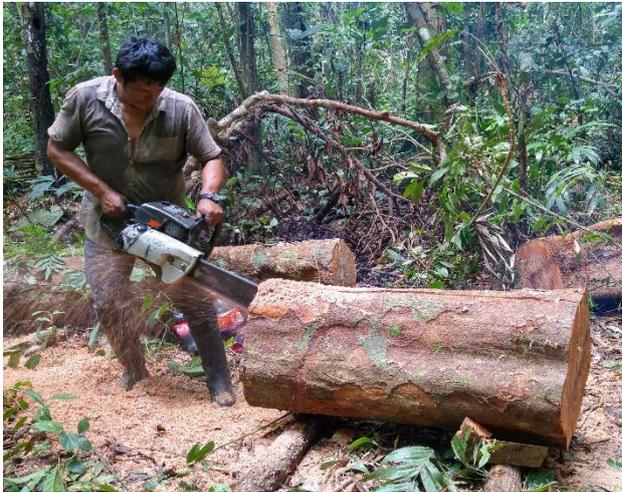


Foto 9: Proceso de obtención de tablonces centrales.



Foto 10: Obtención de las viguetas de 15 x 5 cm.



Foto 11: Tratamiento en los extremos de las viguetas con pintura de aluminio.



Foto 12: Recubrimiento de las viguetas con film plástico estirable.

➤ FASE DE CARPINTERÍA



Foto 13: Proceso de perfilación de las viguetas.



Foto 14: Obtención de las viguetas finales de 3x3 cm.



Foto 15: Obtención de las probetas de 3x3x10 cm.



Foto 16: Apilado de probetas de la zona I.



Foto 17: Apilado de probetas de la zona II.



Foto 18: Probetas listas para el traslado al laboratorio.

➤ FASE DE LABORATORIO



Foto 19: Marcado en forma de X de las probetas seleccionadas en las tres direcciones de corte.



Foto 20: Proceso de codificación de las probetas seleccionadas.



Foto 21: Obtención del peso húmedo de las probetas.



Foto 22: Medición de las dimensiones de las probetas.



Foto 23: Toma de lectura de la medición de las probetas.



Foto 24: Forma correcta de las mediciones de las probetas.



Foto 25: Materiales para la obtención del volumen de las Probetas.



Foto 26: Proceso de hincado de las probetas para la obtención del volumen.



Foto 27: Obtención del volumen de probetas, método de inmersión de agua.



Foto 28: Toma de lectura del volumen, bajo el método de inmersión de agua.

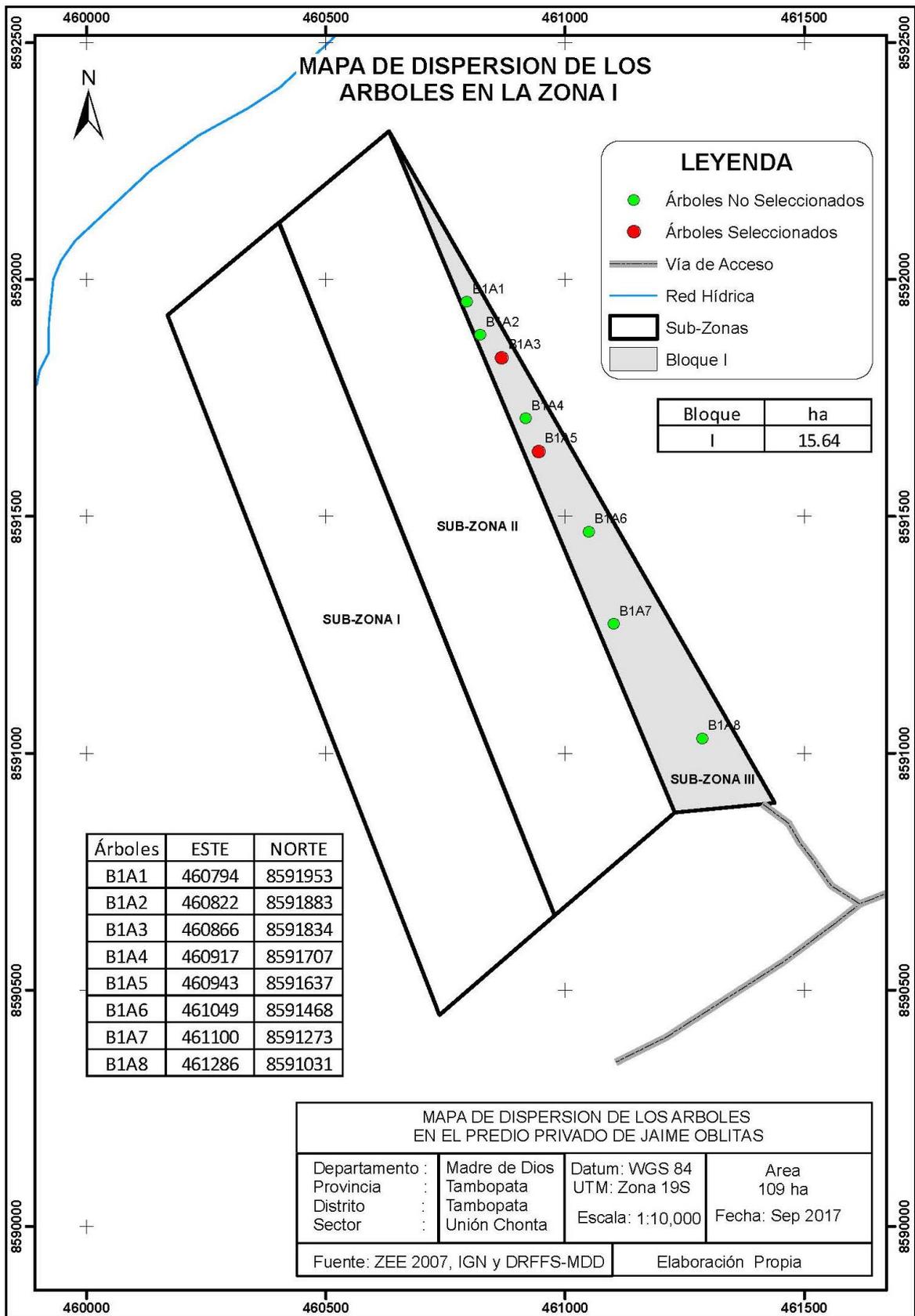


Foto 29: Apilado de las probetas para el proceso de secado en estufa eléctrica.

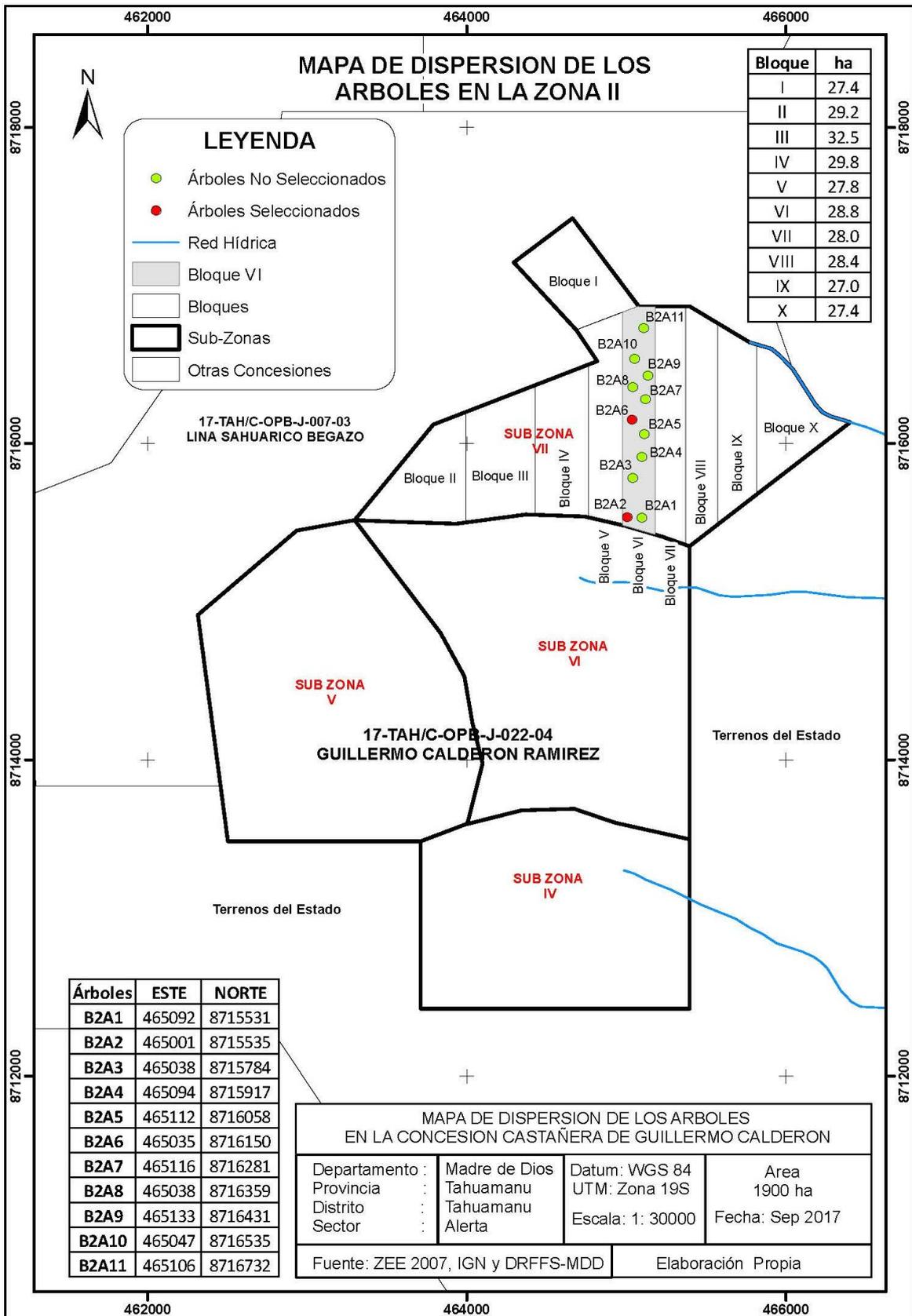


Foto 30: Programado de la estufa eléctrica para el inicio del proceso de secado de las probetas.

ANEXO 8: MAPA DE DISPERSIÓN DE ÁRBOLES EN EL BLOQUE Y SUB ZONA SELECCIONADA – ZONA I



ANEXO 9: MAPA DE DISPERSIÓN DE ÁRBOLES EN EL BLOQUE Y SUB ZONA SELECCIONADA – ZONA II



ANEXO 10: CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE *Beilschmiedia towarensis*.

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”
“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMENES VEGETALES

El que suscribe, **Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, especialista en identificación taxonómica de especímenes y productos de flora y fauna silvestre con Certificado de Inscripción N° 028, Registro de Personas Naturales y Jurídicas Habilitadas para realizar Certificación de identificación Taxonómica de Especímenes y Productos de Flora y Fauna Silvestre; en el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre, Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

CERTIFICA, que los especímenes (04) presentado por: el señor **Bachiller HAROL FERNANDÉZ SILVA**, en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; , para su identificación y/o determinación, para efectos de trabajo de investigación de tesis intitulado:

“**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, PROCEDENTE DE UN BOSQUE DE TERRAZAS ALTAS Y UN BOSQUE DE COLINAS BAJAS EN EL DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS**”. Corresponden al siguiente taxa aceptado oficialmente.

✓ *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida

FAMILIA LAURACEAE

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2017) y en el Taxonomic Name Resolution Service v4.0. (2017). Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 28 de Abril del 2017.

M.Sc. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA
Reg N° 028 - DGFFS - MA

**IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES VEGETALES
PROYECTO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN 2017**

**“PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida,
PROCEDENTE DE UN BOSQUE DE TERRAZAS ALTAS Y UN BOSQUE DE COLINAS BAJAS EN EL DEPARTAMENTO DE
MADRE DE DIOS”.**

TESISTA: HAROL FERNÁNDEZ SILVA

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	COORDENADAS		HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	COLECTOR	FECHA COLL	ID	FECHA ID
1	<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida	"Palta moena"	LAURACEAE	460866	8591834	Árbol	Bosque Terraza alta	Unión Chonta	Harol Fernández	24/04/2017	HDL	28/04/2017
2	<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida	"Palta moena"	LAURACEAE	460943	8591637	Árbol	Bosque terraza alta	Unión Chonta	Harol Fernández	24/04/2017	HDL	28/04/2017
3	<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida	"Palta moena"	LAURACEAE	465001	8715535	Árbol	Bosque colina baja	Alerta	Harol Fernández	25/04/2017	HDL	28/04/2017
4	<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida	"Palta moena"	LAURACEAE	465035	8716150	Árbol	Bosque colina baja	Alerta	Harol Fernández	25/04/2017	HDL	28/04/2017

Puerto Maldonado, 28 de Abril del 2017.

M.Sc. Hugo Dueñas Linares
ESPECIALISTA EN IDENTIFICACIÓN
TAXONÓMICA DE FLORA
Reg. N° 028 - DGFFS - MA