

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. Los árboles fuera del bosque

Los árboles fuera del bosque son formaciones arbóreas que van desde árboles aislados a árboles sistemáticamente ordenados en sistemas agroforestales. En este último extremo de la gama realizan varias funciones ecológicas y económicas que en principio pueden ser análogas a las de los bosques, aunque en diferente magnitud.

Los árboles fuera del bosque son muy poco reconocidos en las evaluaciones de recursos naturales, en particular en grandes extensiones y solo recientemente ha llamado la atención este asunto como objeto importante de la investigación. Los árboles fuera del bosque cubren una gran variedad de formaciones arbóreas y arbustivas y de especies leñosas con disposiciones diversas en los ambientes urbanos y rurales. (FAO 2008).

#### 1.2. Descripción morfológica de la Palta *Persea americana Mill*

El tronco de la Palta (*Persea americana Mill*), posee una corteza gris-verdosa con fisuras longitudinales, presentando ramificación simpodial, la copa tiene una forma alargada irregular y densa, de follaje persistente. (INIA, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2010).

##### 1.2.1. Hojas

Las hojas alternas, con peciolo de 2–5 cm y limbo generalmente glauco por el envés, estrechamente elípticos, ovados u obovados, de 8–20 por 5–12 cm, coriáceos, de color verde y escasamente pubescentes en la haz pero muy densamente por el envés que es de color marrón amarillento y donde resalta el nervio central; tiene base cuneiforme y ápice agudo, los márgenes enteros y más o menos ondulados.

##### 1.2.2. Flores

Tiene flores de 5–6 mm con perianto densamente pubescente, de tubo muy corto y seis tépalos oblongos de medio centímetro, los 3 exteriores más cortos. Tienen nueve estambres fértiles de unos 4 mm, con filamentos pubescentes, organizados en tres

círculos concéntricos. El ovario es ovoide, de unos 1,5 mm, densamente pubescentes, con estilo también pubescente de 2,5 mm terminado por un estigma discoidal algo dilatado. Las inflorescencias son panículas de 8-4 cm de largo.

### 1.2.3. Fruto

El fruto es una drupa de color amarillo-verde o marrón rojizo, grande, generalmente en forma de pera, a veces ovoide o globoso, de 8–18 cm con epicarpio corchoso más o menos tuberculado, y mesocarpio carnoso y comestible. Este último rodea íntimamente una semilla globular de epispermo (tegumento) papiráceo, sin endospermo de unos 5–6 cm.

### 1.2.4. Taxonomía

**Cuadro N° 1 Taxonomía de la Palta**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Laurales
<b>Familia</b>	Lauraceae
<b>Tribu</b>	Perseae
<b>Genero</b>	Persea
<b>Especie</b>	<i>Persea americana Mill</i>

Fuente: (INIA, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2010)

### 1.2.5. Características botánicas de la Palta

La *Persea americana Mill*, conocida popularmente como Aguacate o Palta es una especie arbórea.

Alcanza una altura máxima de 20 m de altura, sus hojas son alternas con peciolo de 2-5 cm y limbo generalmente glauco por el envés, estrechamente elípticos ovados u obovados de 8- 20 por 5-12 cm coriáceos, de color verde y escasamente pubescentes en el haz, pero muy densamente por el envés que es de color marrón amarillento y donde resalta el nervio central tiene base cuneiforme y ápice agudo, los márgenes enteros y más o menos ondulados.

Esta especie se cultiva en climas tropicales y mediterráneos en todo el mundo donde el clima no es árido en el que los doce meses tienen temperaturas medias o superiores a los 18 °C. (INIA, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2010).

### 1.3. Aspectos técnicos de la Palta

Estos son:

- a) **Ecología.** Los requerimientos agroecológicos para el cultivo de la Palta son similares a los del cultivo de café, por lo que se pueden establecer en asocio; o en áreas limpias de las de todo cultivo agrícola.
- b) **Altitud.** Esta se cultiva y establece perfectamente a una altitud de 400 a 1800 msnm entre temperaturas de 17° a 30° C, siendo susceptible a heladas.
- c) **Precipitación.** Requiere precipitaciones entre 1200 a 2000 mm anuales bien distribuidas.
- d) **Humedad.** Esta se desarrolla perfectamente a una humedad relativa de 60%, no tolera encharcamientos de agua siendo susceptible a vientos fuertes.
- e) **Suelos y topografía.** Los mejores suelos son los de textura media, suelos francos arcillo arenosos, profundos (0.80 a 1.50 metros), con buen drenaje interno y superficial, de 3 a 5% de materia orgánica y entre 5.5 a 6.5 de PH, No es aconsejable plantar árboles de este cultivo en suelos salinos, arcillosos o con capas duras que impidan el buen desarrollo radicular. Adoptándose a suelos con un máximo de un 30% de pendiente. (Hernández, F. 1991).

#### 1.3.1. Usos más frecuentes de la Palta

La Palta se ha destacado por sus diferentes usos: medicinales utilizando hojas, cáscaras, semillas y corteza, extracción de aceites, el cual se le compara con el aceite de oliva; además se utiliza como materia prima en la fabricación de shampoo y cosméticos como cremas, aceites, películas protectoras y limpiadoras de la piel. Pero la principal forma de utilización del aguacate es el consumo de la fruta en fresco o pulpa procesada en forma de guacamol, situación muy favorable en la dieta del ser humano considerando el alto valor proteínico de esta fruta, y lo más importante es que no contiene colesterol.

## **1.4. Importancia de la madera**

La madera es un conjunto de tejidos que forman el tronco de los árboles, así como sus ramas y raíces, constituida por una aglomeración de células de forma y longitud muy variables dependiendo de la función que desempeñen. No obstante, para generar madera, las plantas han de tener crecimiento secundario, es decir, que el crecimiento en diámetro se hace independiente al crecimiento longitudinal.

Según (Galante José Juan, 1953), la madera es la sustancia orgánica vegetal más o menos dura, compacta y fibrosa que se extrae de los árboles y con la cual el hombre fabrica los más variados objetos para la vivienda y el uso diario.

Sin duda, la madera es uno de los productos vegetales más importante y hemos estado usándola durante siglos. Uno de sus usos primarios es como combustible (leña), pero la mayor parte de la madera es procesada y convertida en tablas o pulpa para papel. Ya que la madera es un producto tan valioso, los bosques están siendo explotados en todas partes del mundo, sin embargo un tercio de toda la madera cortada es usada para hacer papel, cartón y otros productos de pulpa de madera. Los leños y trozas de madera son primeramente convertidos en pulpa, que entonces es transportada a otras fábricas para ser convertida en productos de papel. (Foglia Córdoba Rafael, 2005).

### **1.4.1. Factores que influyen en las propiedades físicas de la madera**

Los factores que influyen son los siguientes:

- ✓ Cantidad de sustancia de la pared celular presente en una muestra.
- ✓ Cantidad de agua presente en la pared celular.
- ✓ Proporción de los componentes primarios en la pared celular y la cantidad de las sustancias extrañas.
- ✓ Arreglo y orientación de los materiales en los diferentes tejidos.
- ✓ Tipos, tamaño y proporción de las células que forman el tejido maderable

Estos también dependen de la clase de madera ya sea conífera o frondosa. (Bozo, A. 2010).

### **1.4.2. Contenido de humedad en la madera**

Cuando un árbol está recién cortado, su madera contiene gran cantidad de agua, variando su contenido según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate, las maderas livianas, por ser más porosas, contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas. De igual manera la albura, por estar conformada por células, cuya función principal es la de conducción de agua, presenta un contenido de humedad mayor que el duramen. En otras palabras, el porcentaje de agua contenido en los espacios huecos y en las paredes celulares de la madera es muy variable en el árbol vivo. La variación del contenido de humedad en la madera, produce una variación de sus dimensiones; cuando aumenta dicho contenido se hincha, mientras que cuando disminuye se contrae a partir del punto de saturación de las fibras. (García et al., 1992).

El contenido de humedad la madera influye mucho en su peso y por lo tanto en su comercialización, a la vez que afecte a otras propiedades físicas como el peso específico y la contracción e hinchamiento de sus dimensiones, las propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de hongos e insectos xilófagos. La madera es un material higroscópico, entendiéndose por tal ataque que tiene la capacidad de absorber agua de la atmosfera, según indican esta capacidad se presenta debido a dos razones fundamentales:

- a) A la atracción que ejercen los grupos polares existentes en la pared celular de la madera sobre aquellas moléculas, de naturaleza polar o polarizables que entran en su órbita de acción en particular el agua.
- b) Debido al efecto de los fenómenos físicos de capilaridad. El agua es el vehículo de transporte que utilizan las plantas para su desarrollo fisiológico, esto unido a la higroscopicidad de la madera hace que esta tenga normalmente en su interior cierta cantidad de agua, que tradicionalmente puede encontrarse en tres formas diferentes. (Kollmann, F. 1959).

### **1.4.3. Tipos de agua existentes en la madera**

Estas son las siguientes:

#### **1.4.3.1. Agua libre**

Es la que se encuentra ocupando las cavidades celulares o lumen de los elementos vasculares, dándole a la madera la condición de verde. La cantidad de agua libre que puede contener una madera está limitada por su volumen de poros, al iniciarse el secado el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación, ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles hasta el momento en que ya no contiene más agua de este tipo. En este punto la madera estará en lo que se denomina (PSF), contiene entre el 21 y 32%. Cuando la madera ha alcanzado esta condición sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías. (Gálvez, B. 2011).

#### **1.4.3.2. Agua de saturación, higroscópica o fija**

Es el agua que se encuentra en las paredes celulares también es llamada agua de inhibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa y en menor cantidad a los grupos hidroxilo de la lignina.

#### **1.4.3.3. Agua de constitución**

Es el agua que forma parte de la materia celular de la madera y que no puede ser eliminada utilizando las técnicas normales de secado. La eliminación de esta agua implicaría la pérdida parcial de la madera.

### **1.5. Propiedades físicas de la madera**

Son aquellas que determinan su comportamiento ante los distintos factores que intervienen en el medio ambiente normal, sin producir ninguna modificación química en su estructura. (Acuña, 2008).

La madera es un recurso natural inigualable de una alta complejidad. Para maximizar sus potencialidades en servicio es preciso tener un conocimiento profundo de sus características que tiene como las propiedades físicas de las maderas a tener en cuenta a la hora de emplearlas y que dependerán del fin que se quiera darle.

Desde tiempos remotos la madera se ha usado en la construcción, como un material eficiente, debido a las ventajosas características que llega a tener entre otras principales se enuncian las siguientes: Las propiedades físicas que se definen para las maderas son: Contenido de humedad, Densidad aparente y básica, Contracción normal y total, tasa de estabilidad y Porosidad. (Acosta Contreras Ismael, 1967).

### **1.5.1. Anisotropía**

La madera no es un material homogéneo, sino un material muy diferente según el plano o la dirección que reconsidere. Esto hace que sea necesario referenciar el plano o la sección considerada. La madera, es más resistente a los esfuerzos axiales o tangenciales, siendo también de diferente comportamiento a la dirección radial. (Fernández-Golfín et al., 2000) unifica las direcciones radial y tangencial en una única denominada transversal o perpendicular a la fibra. Por tanto, el análisis de cualquier propiedad deberá ser efectuado en esas dos direcciones: la longitudinal (paralela al eje del árbol) y la perpendicular.

Se consideran tres direcciones principales:

- a) **Dirección axial.** Paralela a las fibras y por lo tanto, al eje del árbol. Es en esta dirección donde la madera presenta mejores propiedades.
- b) **Dirección radial.** Perpendicular al axial, corta el eje del árbol en el plano transversal.
- c) **Dirección tangencial.** Tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje del árbol.

### **1.5.2. Higrscopicidad**

La higrscopicidad de la madera es la variación de la densidad de la misma cuando su contenido de humedad varía en una unidad. Una madera colocada en un local, por ejemplo al 40 % de humedad relativa y 20°C de temperatura, alcanzará una humedad de equilibrio del 8 %. Esto significa que será necesario secarla hasta ese valor y colocarla con ese contenido de humedad para que no sufra alteraciones de humedad y por consiguiente cambios dimensionales. (Puchaicela, C., 2013).



### **1.5.3. Densidad**

La densidad de la madera es la relación entre la masa y el volumen. La densidad depende de la especie y es muy variable. Esta descrita como la característica física más importante de la madera y dentro de los criterios más usados para determinar la calidad de la madera. Existe variación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y en diámetro; además del tamaño de las fibras, espesor de la pared celular, tipo y diámetro de las células, la edad de los árboles y la interacción con el medio ambiente. (Campos, E. 2006).

### **1.5.4. Peso específico**

Este es el cociente del peso y el volumen, ambos a un determinado contenido de humedad. Obteniéndose el peso de la probetas en gramos por la lectura de la balanza y un volumen mediante el método de medición indirecta por inmersión en agua destilada. Por otra parte, se suele usar como sinónimo de masa, aunque este concepto nombra específicamente el nivel de materia del cuerpo (más allá de la fuerza gravitatoria). (Ananías, R., 1992).

### **1.5.5. Contracciones**

La madera mantiene una estrecha relación con la humedad a través de su vida útil. Esto es, responde a las variaciones de humedad relativa del ambiente, presentando cambios en sus dimensiones: se hincha o contrae de acuerdo con la ganancia o pérdida de humedad, y son expresados como un porcentaje del cambio dimensional respecto a la dimensión original (antes de que el cambio ocurra).

En la madera esas direcciones son la longitudinal o paralela al grano, la radial o paralela a los radios y la tangencial o tangente a los anillos de crecimiento. En la madera las contracciones e hinchamientos se manifiestan en magnitud diferente en esas direcciones; siendo mayores en la dirección tangencial que en la radial y esta, a su vez, mayor que la longitudinal. Por lo tanto, la madera no solamente se verá expuesta a una disminución o incremento de su volumen (o en sus dimensiones), sino que también sufrirá distorsiones en su forma. (Sánchez M. 2012).

### **1.5.5.1. Contracción y distorsión de la madera**

Los valores promedios de contracción total para madera normal de la mayoría de las especies comerciales, se encuentran dentro de los siguientes ámbitos:

- Longitudinal: 0,1 - 0,3%.
- Radial: 2,0 - 8,0%.
- Tangencial: 3,5 - 17,0%.

Los valores de contracción que presenta una especie de madera en particular nos permitirá especificar la “sobredimensión” necesaria para que la pieza, después del secado, tenga las dimensiones requeridas. Como también, calcular cuánto se “moverá” la madera puesta en servicio si sufre cambios en su contenido de humedad. (Álvarez & Fernández-Golfín, 1992).

### **1.5.6. Contenido de humedad de equilibrio**

Uno de los aspectos más importantes dentro de lo que se denomina tecnología de la madera, lo constituye el conocimiento del contenido de humedad de equilibrio (CHE). El CHE es el estado en el cual la humedad de la madera se equilibra con las condiciones ambientales, y que está influenciado por los cambios de humedad relativa (HR) y temperatura (T) del aire circundante. Su determinación tiene mucha importancia para las industrias madereras, pues su valor indica cuál es el contenido de humedad que debe tener la madera para ser trabajada sin peligro de que los productos obtenidos sufran desperfectos (grietas, rajaduras, deformaciones, etc.), ya que es un factor que afecta el comportamiento de la madera en cuanto a su trabajabilidad, estabilidad dimensional, resistencia mecánica y durabilidad. (Viscarra Silverio, 1998).

### **1.5.7. Punto de saturación de la pared celular (PSPC)**

El punto de saturación de la pared celular corresponde al máximo valor de la humedad de equilibrio higroscópico, el cual tiene lugar cuando la atmósfera circulante se encuentra totalmente saturada de vapor de agua. En este caso, no hay presencia de agua libre, pero las paredes celulares se encuentran completamente saturadas de agua. La

determinación de este valor resulta dificultosa debido a que varía de una especie a otra y a los factores con los que aumenta la humedad de equilibrio. De todos modos, es común tomar el valor de un 22-30% para todas las maderas. Este dato es muy importante en la práctica ya que por encima de él permanecen constantes las dimensiones y las propiedades mecánicas de la madera, produciendo una merma en las dimensiones y una mejora de las propiedades mecánicas, cuando está por debajo. (Ananías, R., 1992).

#### **1.5.8. Sorción de la madera**

Es la capacidad que tienen ciertos materiales de absorber humedad de la atmósfera que le rodea y de retenerla en forma de agua líquida o vapor de agua. La madera contiene huecos en el lumen celular, todos ellos susceptibles de ser ocupados por agua. Como, por otra parte, la atmósfera tiene una fuerza desecante dependiente de la temperatura, humedad relativa y presión a la que se encuentra, es también capaz de captar agua de la pared celular de la madera. Dependiendo de la fuerza de uno u otro, la madera capta o cede agua. (Coloma P. & Juana Isabel, 2000).

#### **1.5.9. Hinchazón y merma**

La variación del contenido en humedad produce en la madera una variación de sus dimensiones. Cuando aumenta su contenido se hincha, mientras que cuando se disminuye contrae o merma. Estos movimientos solo tienen lugar cuando su contenido en humedad se encuentra por debajo del punto de saturación de las fibras, que tiene lugar aproximadamente con un 22-30% de humedad. A partir de ahí solo se produce un aumento de peso y su volumen permanece constante. Para analizar el fenómeno de hinchazón y merma, debe de tenerse en cuenta los aspectos de la anisotropía de la madera, la inercia higroscópica y la variabilidad de las distintas especies de madera. (Cuevas, E. 2003).

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1. Ubicación de la área de estudio

La comunidad de Pampa Grande, distrito 8 del municipio de San Lorenzo, Primera Sección municipal de la provincia Méndez del departamento de Tarija, se halla ubicada en el límite departamental entre la provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca y la provincia Méndez del Departamento de Tarija, a una altitud de 1240 msnm (Río Pilaya) ubicada en las coordenadas 21° 06' 10,7" de Latitud Sur y 64° 34'43,3" Longitud Oeste. (PDM. San Lorenzo, 2008-2012).

##### 2.1.1. Acceso al área de estudio

El acceso a la comunidad es a través del camino carretero de tierra San Lorenzo-Carachimayu - León Cancha, desviándose a la altura de la comunidad de Quirusillas por, el camino que va a la comunidad de Alpaguasi y el desvío Noreste llega a la comunidad de Pampa Grande (Valle del río Pilaya). Las condiciones de accesibilidad a esta comunidad es difícil, sobre todo en época de lluvias, donde los comunarios tienen que caminar hasta 6 horas para llegar a su comunidad, siendo uno de los factores que dificulta la accesibilidad de vehículos, la topografía accidentada del terreno.

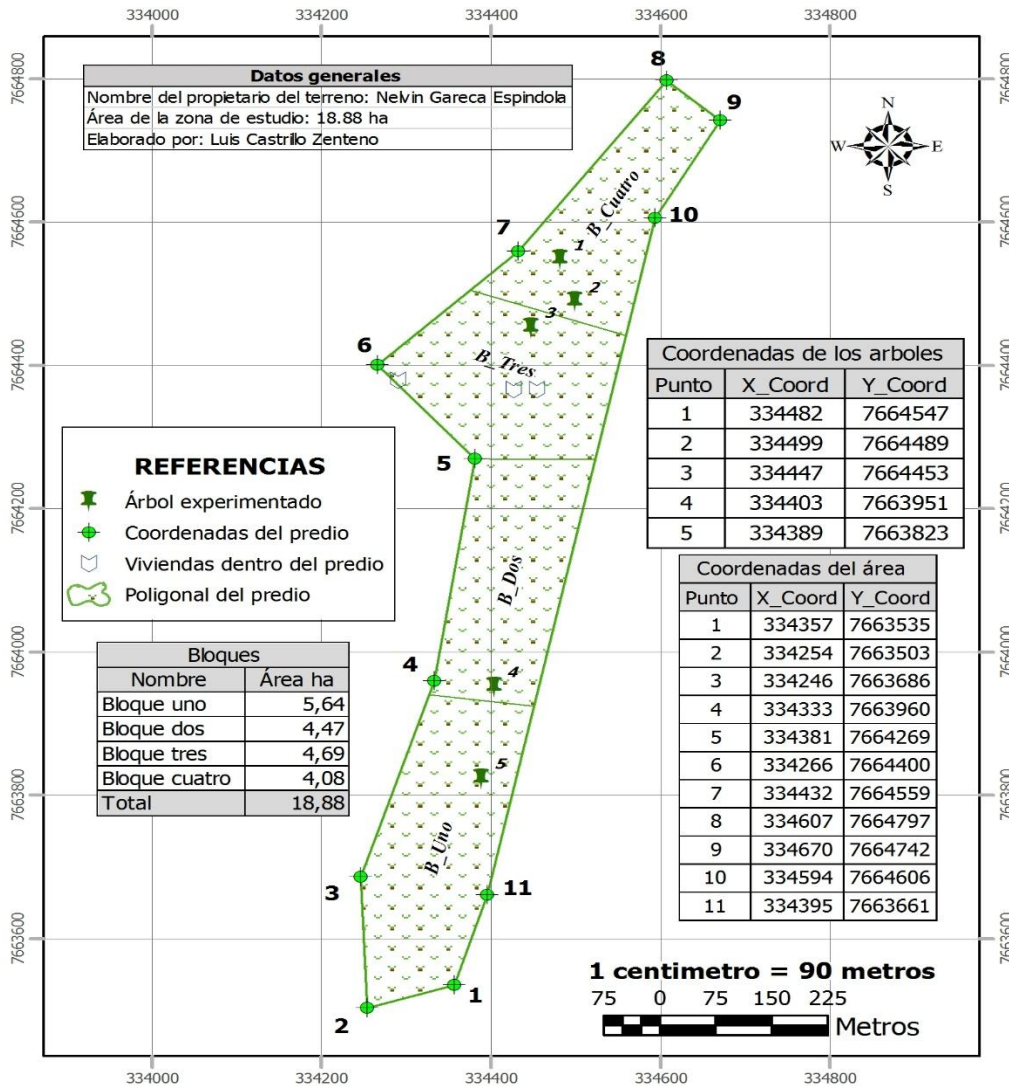
Cuenta con dos caminos carreteros de tierra uno comienza en San Lorenzo y el otro ingreso es por la comunidad de Yesera, los cuales nos llevan de manera directa pasando por varias comunidades antes de llegar a la comunidad de Pampa Grande, que queda a 100 km de la ciudad de Tarija.

La comunidad de Pampa Grande, se encuentra alejada desde el centro urbano del municipio, al igual que Trancas hasta Chamata, desde Mandor Chico hasta Mandor Grande y Acheral, del camino que va hasta Panti Pampa se entra por un desvío a la Comunidad de San Pedro de las Peñas.

# MAPA DE LA UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus



Fuente: Elaboración propia, 2018

### **2.1.2. Población**

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2012) la comunidad de Pampa Grande cuenta con una población de 310 habitantes, siendo un promedio de 4 miembros por familia.

## **2.2. Aspectos biofísicos**

Estos son los siguientes:

### **2.2.1. El clima**

De acuerdo Plan de Desarrollo Municipal, Diagnóstico Socioeconómico de San Lorenzo, 2008, el clima es cálido desértico, caracterizado por tener temperaturas en zonas con altitud de 1200 a 1400 msnm. Mientras que en las partes altas de la comunidad (serranías) el clima es frío árido, cuyas temperaturas varían de 14-16 °C. De acuerdo a la clasificación de Holdridge la zona corresponde a clima templado de monte espinoso y bosque seco templado. (PDM. San Lorenzo, 2008-2012).

El balance hídrico indica 8 meses de déficit hídrico y únicamente 4 meses de lluvia. De acuerdo a los datos de la estación Campanario que se encuentra en el Distrito 9, el viento registra una velocidad promedio anual de 8,5 km/hr; los meses con mayor intensidad del viento son de mayo a octubre con una velocidad que oscila de 8,8-8,9 km/hr. La dirección del viento, no es predominante, sino que es una variable cambiante, teniendo direcciones de SE y SW. (SENAMHI. 2005-2015).

Sobre la caracterización climática del municipio, se han realizado diferentes clasificaciones reconocidas en el mundo tales como Thornthwaite, Caldas, Lang, esta última fue empleada para realizar la clasificación climática y la primera para el balance hídrico.

El municipio San Lorenzo, cuenta con cinco estaciones meteorológicas consistente en dos estaciones climáticas una pluviométrica y tres con variables (temperatura y precipitación).

**Cuadro N° 2 Registros meteorológicos de la estación Campanario**

Valores	Unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. Max. Media	°C	28,0	28,0	27,6	26,6	25,0	24,7	23,8	25,7	26,2	27,4	27,5	28,3	26,6
Temp. Min. Media	°C	14,8	14,3	13,9	11,0	5,7	1,8	1,3	4,1	6,9	11,5	13,0	14,6	9,4
Temp. Media	°C	21,4	21,1	20,7	18,8	15,3	13,3	12,5	14,9	16,5	19,5	20,3	21,5	18,0
Temp.Max.Extr.	°C	37,0	36,0	38,0	37,5	36,0	37,0	39,0	39,0	40,0	41,0	40,0	39,0	41,0
Temp.Min.Extr.	°C	8,0	5,0	6,0	-2,0	-4,0	-9,0	-12,0	-7,0	-6,0	0,0	4,0	0,0	-12,0
Días con Helada		0	0	0	0	4	11	13	6	2	0	0	0	36
Humed. Relativa	%	64	65	65	62	56	49	47	44	47	51	55	60	55
Nubosidad Media	Octas	4	4	4	3	2	2	2	2	2	3	4	4	3
Insolación Media	Horas	7,0	7,3	6,9	6,5	7,3	7,6	7,8	8,4	8,9	7,5	7,9	7,1	7,5
Evapo. Media	mm/día	5,70	5,51	5,04	4,55	3,89	3,57	3,83	4,94	6,10	6,41	6,40	6,22	5,18
Precipitación	mm	98,5	79,6	79,0	13,0	0,6	0,2	0,0	1,5	7,4	35,6	47,9	89,2	452,3
Pp. Max. Diaria	mm	116,5	56,5	40,7	43,0	5,0	3,3	0,0	10,5	23,0	92,0	50,2	60,1	116,5
Días con Lluvia		9	9	8	2	0	0	0	0	2	4	7	8	49
Velocidad del viento	km/hr	7,7	7,8	8,4	8,7	8,8	7,9	8,6	9,0	9,7	8,9	8,5	7,5	8,5
Dirección del viento		SE	SE	SW	SW	SE	SW	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE

Fuente: SENAMHI. 2005-2015

Según la clasificación climática de (Lang, 1915). Se tomó los datos de precipitación promedio anual de las estaciones inmersas al interior del municipio de San Lorenzo y con la ayuda del mapa temático de alturas clasificadas, rango de temperaturas promedio y el factor “Lang”, resultando para el área de estudio las siguientes unidades climáticas.

- Cálido desértico
- Cálido semiárido

#### a) Clima cálido desértico

Esta unidad climática se ubica en la parte norte del municipio (límite con el departamento de Chuquisaca), esta se caracteriza por tener temperaturas relativamente altas, se encuentra con rangos de altitud 1200 a 1400 msnm, alcanzando un índice de la clasificación propuesta por Lang de 15, lo que la clasifica en un clima Cálido desértico.

#### b) Clima cálido semiárido

Este tipo de clima que se ubica entre rangos altitudinales de 1000 a 1300 msnm, y temperaturas de 16 °C como promedio, cuyo índice de clasificación de “Lang” es de



56 calificándola como cálido semiárido, esta unidad climática se encuentra al oeste del municipio.

### **2.3. Suelo**

El área geográfica del municipio de San Lorenzo se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Cordillera Oriental, y a su vez, dentro de ésta, se diferencian los siguientes tipos de Gran Paisaje: Montañas, Serranías, Colinas, Planicies, Valles y Piedemontes. El paisaje se establece dentro de un Gran Paisaje en base a una morfología específica, para la cual se toma en cuenta los siguientes atributos: forma, amplitud de relieve, grado de disección litología y vegetación. (ZONIZIG. Tarija, 2000).

El análisis fisiográfico consistió en la identificación de la Provincia Fisiográfica, Gran Paisaje, y los distintos Paisajes y Subpaisajes caracterizados por sus atributos. Esta identificación fue efectuada a un detalle de escala 1:50.000; se empleó imágenes de satélite LANDSAT TM, combinando las bandas 4-5-3 (R-G-B), efectuándose los reconocimientos respectivos en campo a fin de corroborar cada unidad de paisaje identificada.

### **2.4. Vegetación**

La vegetación natural del entorno a la comunidad de Pampa Grande, está conformada por bosque ralo xeromórfico emplazado en terrazas aluviales paralelas al río Pilaya y en abanicos y lechos de drenajes principales. En esta zona es común encontrar cactáceas columnares (*Neoraimondia herzogiana*), y árboles de representativos del chaco seco serrano como son el Toboroche (*Chorisia insignis*) y Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco Schldl.*), además de leguminosas arbóreas espinosas.

El bosque, tiene un solo estrato de árboles aislados de hasta 10 m de altura, caducifolios con dosel interrumpido y un sotobosque abierto constituido por matorrales espinosos, en donde las especies *Prosopis alba Griseb.* (Algarrobo), y *Acacia sp.* constituyen apariencia xerofítica sin embargo, a decir por los comunarios, estas especies, ofrecen un recurso importante para la alimentación del ganado durante los periodos de invierno y primavera, por su disponibilidad de follaje, hojarasca y frutos.

Cuadro N° 3 Vegetación endémica de la zona

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia	Grupo com.	Gremio ecológico
1	Algarrobilla	<i>Caesalpinia paraguariensis</i> Burkart	Caesalpinaceae	SV	HD
2	Caraparí	<i>Neocardenasia herzogiana</i> Backeb.	Cactaceae	SV	HD
3	Cebil colorado	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell. Conc.) B.	Mimosaceae	VA	HD
4	Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i> Burkart	Fabaceae	SV	HD
5	Churqui	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Hook. & Arn.	Mimosaceae	SV	HD
6	Coca de cabra	<i>Capparis speciosa</i> Griseb.	Capparaceae	SV	EP
7	Garrancho	<i>Acacia</i> sp.	Mimosaceae	SV	HD
8	Higuerilla	<i>Oreopanax</i> sp.	Araliaceae	SV	EP
9	Jarca	<i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb.	Mimosaceae	SV	HD
10	Lapacho	<i>Tabebuia impetiginosa</i> Standley	Bignoniaceae	VA	HD
11	Mistol	<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.	Rhamnaceae	SV	HD
12	Monte hoja	<i>Capparis</i> sp.2	Capparaceae	SV	EP
13	Palo santo	<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz	Zygophyllaceae	SV	HD
14	Porotillo	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub.	Caesalpinaceae	SV	HD
15	Quebracho bl.	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schldl.	Apocynaceae	VA	HD
16	Soto	<i>Schinopsis</i> sp.	Anacardiaceae	VA	HD
17	Sumalagua	IND.	Ind.	SV	EP
18	Tacko	<i>Prosopis alba</i> Griseb.	Mimosaceae	SV	HD
19	Tala	<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	Ulmaceae	SV	EP
20	Toborocho	<i>Chorisia speciosa</i> A. St. Hil.	Bombacaceae	SV	HD
21	Ulala	<i>Cereus</i> sp.	Cactaceae	SV	HD

Fuente: PDM. San Lorenzo, 2008-2012

El siguiente resumen se tomó como base para determinar los pisos ecológicos según el sistema de clasificación de Holdridge, 1978 la misma tiene como referencia la gradiente altitudinal y el clima. En esta clasificación no se menciona la especie en estudio (Palta, *Persea americana* Mill), porque la misma no es endémica del área donde se desarrolló la investigación, siendo la misma introducida como plantaciones en el sistema agroforestal desarrollado junto al maíz y la papa, permitiendo de esta manera poseer un mejor rendimiento económico para los dueños del área donde se realizó la extracción de las muestras para los ensayos de las propiedades físicas.

Según Holdridge en su sistema de clasificación identifica 4 pisos ecológicos que son descritos a continuación:

#### **2.4.1. Primer piso ecológico (Puna > 3100 msnm)**

El primer piso ecológico altitudinal denominado Puna, se extiende en la provincia desde los 3100 hasta los 4000 m, altitud a partir de la cual comienza el piso altoandino (> a 4000 msnm). Los ecosistemas vegetales que caracteriza a este piso ecológico (Puna), son bosques que en su mayoría están dominados por varias especies arbustivas y arbóreas de Keñuas (genero *Polylepis*), así como, praderas de gramínoideas con grandes extensiones (*Stipa*, *Festuca* y *Deyeuxia*), que conforman importantes áreas de pastoreo extensivo.

Se caracteriza por su clima frío y árido, con fuertes vientos, escasas precipitaciones en forma de lluvia y algunas veces de granizo; según los registros de la guardianía de Chorcoya, las temperaturas mínimas de invierno llegan incluso hasta los -18 °C y las máximas de verano a los 22 °C. (ZONIZIG. Tarija, 2000).

#### **2.4.2. Segundo piso ecológico (Prepuna 2300 – 3100 msnm)**

El segundo piso ecológico denominado Prepuna incluye fisiográficamente los valles altos y cabeceras de valles, distribuidos entre los rangos de 2100 a 2300 m y los 3000 a 3200 m de altitud, presentan climas xéricos moderados. En dichos valles, el efecto orográfico de sombra es importante. La vegetación que caracteriza a este piso son manchas de bosques xerofíticos espinosos con presencia de arbustales, con flora rica en elementos andinos endémicos y subendémicos.

En los claros de estos bosques bajos, se desarrollan comunidades herbáceas perennes raras y una vegetación de hierbas efímeras anuales, que en épocas lluviosas pueden ser importantes para la cobertura vegetal y biomasa, las muestra la fisiografía y un tipo de vegetación “Keñual” que conforma esta unidad.

Las condiciones climáticas que son frecuentes en este piso ecológico son precipitaciones que varían de Norte a Sur, presentándose de 400 a 500 mm/año en el

sector norte y en el extremo sur de 1000 a 1100 mm/año, acompañadas por vientos moderados en los meses de estiaje.

#### **2.4.3. Tercer piso ecológico (Montano 2000 a 2300 msnm)**

El tercer piso ecológico denominado Montano, se encuentra distribuido en las serranías andinas de la Cordillera Oriental que tienen una orientación de Norte a Sur, con disposición de laderas escarpadas distribuidas por encima de los 2000 a 2300 msnm de altitud. La vegetación que caracteriza a este piso son bosques de especies siempre verdes como caducifolias, arbustos del género *Baccharis* y en el estrato bajo especies gramíneas y algunas hierbas.

#### **2.4.4. Cuarto piso ecológico (Subandino y Valluno < a 1900 msnm)**

La vegetación de este piso ecológico está compuesta por vegetación arbustiva, arbórea y epífita xérica, desarrollada sobre todo en los valles y la vegetación pluvioestacional que se desarrolla en las serranías subandinas expuestas al este del municipio.

Se presenta como una serie de mesetas, colinas y valles o distribuidas en laderas y subpaisajes de pendiente inferior de serranías. La época de estiaje es dura, por lo menos unos seis a ocho meses, mientras que las lluvias caen en periodos cortos, con una fuerte intensidad entre los meses de diciembre y febrero.

### **2.5. Fauna**

La fauna del municipio, está constituida por mamíferos carnívoros, mamíferos herbívoros, aves, reptiles entre los más importantes de la fauna terrestre.

La fauna actualmente se encuentra dispersa a causa de las profundas intervenciones del hombre, ya sea por la explotación forestal sin control, lo que está además ocasionando cambios en la estructura de la vegetación, destruyendo de esta manera su hábitat natural.

La fauna y vida silvestre, constituye una alternativa alimentaria de la población. La misma es variada por la existencia de varios pisos ecológicos, y está representada principalmente por las especies que se presentan en la cuadro N° 4.

**Cuadro N° 4 Especies endémicas de la fauna**

Nombre Común	Nombre Científico	Distribución
<b>Mamíferos</b>		
Comadreja	<i>Didelehis albiventris</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Zorro andino	<i>Pseudolapex culpaeus</i>	Cordillera Subandina
Zorrino común	<i>Conepatus chinga rex</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Puma o León	<i>Puma concolor</i>	Cordillera Subandina
Liebre eurpea	<i>Lepus europaeus</i>	Cordillera Subandina
Viscacha	<i>Lagidiun viscacia</i>	Cordillera Oriental
Chanco negro	<i>Tayassu pecari</i>	Cordillera Subandina
Lobito de río	<i>Lontra longicaudis</i>	Cordillera Subandina
Jucumari, Juco, Juca	<i>Tremarctos ornatos</i>	Cordillera Subandina
Corzuela colorada	<i>Mazama americana</i>	Cordillera Subandina
Anta o Tapir	<i>Tapirus terrestres</i>	Cordillera Subandina
<b>Aves</b>		
Águila	<i>Harpyhaliaetus solitarius</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Perdices	<i>Crypturellus tataupa</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Pato de Torrentes	<i>Merganetta armata</i>	Cordillera Subandina
Tucán	<i>Ramphastos toco</i>	Cordillera Subandina
Lechuza	<i>Tyto Alba</i>	Cordillera Subandina
Picaflor	<i>Iran Chilfidae Spp</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Loro Verde	<i>Amazona Mercenaria</i>	Cordillera Subandina
Charata		Cordillera Subandina
Pavas	<i>Penelope montagnii</i>	Cordillera Subandina
<b>Reptiles</b>		
Lagartija	<i>Corotatus Tenificus</i>	Cordillera Subandina
<b>Peces</b>		
Bagre		Cordillera Subandina y Oriental
Sábalo	<i>Prochilodus Platensis</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Doradito	<i>Acestrorhamphus bolivianus</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Churuma	<i>Rhireloricaria Sp.</i>	Cordillera Subandina y Oriental
Mizquincho	<i>Pigidius Spp</i>	Cordillera Subandina y Oriental

Fuente: PDM. San Lorenzo, 2008-2012

## **2.6. Aspectos socioeconómicos**

Las actividades económicas productivas más importantes desarrolladas por las familias de la comunidad, son la agricultura y la ganadería; además, la población desarrolla otras actividades como fuentes alternativas de ingresos, tales como la prestación de servicios en los centros urbanos y otra parte de la población migra a la Argentina.

### **2.6.1. Uso de la tierra**

Según datos que maneja el municipio de San Lorenzo, el distrito 9 donde se encuentra la comunidad de Pampa Grande, indica una densidad poblacional de 5 y 7 habitantes/km<sup>2</sup>. La agricultura, es la actividad productiva más importante de la zona, tanto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria de las familias, como de la generación de ingresos. La segunda actividad a la que se dedica la población del lugar, como fuente generadora de empleo y de ingresos, es la ganadería, siendo esta de tipo extensivo hasta extensivo con poco manejo. El tipo de ganado más común en orden de importancia es vacuno, ovino, caprino, porcino y aves de corral. (ZONIZIG. Tarija, 2000).

En las serranías se practica la ganadería de vacunos y en los valles la actividad principal es la agricultura con cultivos de papa, maíz, arveja entre otros.

**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y METODOLOGÍA**

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1. Materiales

Dentro del estudio se empleó los siguientes materiales.

##### 3.1.1. Materiales de campo

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Motosierra
- ✓ Machetes
- ✓ Cinta diamétrica
- ✓ GPS
- ✓ Cinta diamétrica
- ✓ Pintura al aceite
- ✓ Brochas
- ✓ Planillas de campo
- ✓ Brújula
- ✓ Marcadores
- ✓ Pintura al aceite
- ✓ Vehículo para el transporte del material
- ✓ Material biológico (madera)

##### 3.1.2. Materiales de aserradero

- ✓ Sierra sin fin
- ✓ Sierra circular
- ✓ Flexómetro
- ✓ Escuadras y reglas de carpintería
- ✓ Marcadores y lápices
- ✓ Gruéadora
- ✓ Cepilladora

##### 3.1.3. Materiales de laboratorio

- ✓ Balanza eléctrica (0.01 gr de precisión)



- ✓ Soporte universal
- ✓ Horno o estufa eléctrica
- ✓ Vernier
- ✓ Vaso de precipitados
- ✓ Punzón
- ✓ Estufa eléctrica
- ✓ Martillo
- ✓ Planillas para los diferentes ensayos
- ✓ Agua destilada
- ✓ Parafina

#### **3.1.4. Materiales de gabinete**

- ✓ Planillas de registro
- ✓ Cartas geográficas de la zona
- ✓ Normas COMPANT Maderas
- ✓ Material de escritorio
- ✓ Computadora

### **3.2. Metodología**

El trabajo se realizó bajo la metodología establecida en las Normas Técnicas de la Comisión Panamericana (COPANT) Maderas, la cual se empleó para determinar las propiedades físicas de la madera Palta *Persea americana Mill.*

Las normas empleadas son:

COPANT 458	Selección y colección de muestras.
COPANT 459	Acondicionamiento de las muestras de madera destinada a los ensayos físicas-mecánicas.
COPANT 460	Método de determinación de contenido de humedad.
COPANT 461	Método de determinación del peso específico aparente.
COPANT 462	Método de determinación de contracciones.

COPANT 30:1-012 Análisis estadístico y presentación de los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

### **3.3. Selección de la zona**

Para la selección de la zona se tomó en cuenta la distribución de los individuos en el área, de tal manera que la selección de los individuos sea equitativa.

#### **3.3.1. Selección de los árboles**

Los individuos de la Palta (*Persea americana Mill*) con once años aproximadamente, localizada en la finca del Sr. Gareca localizado en la Comunidad de Pampa Grande. Se dividió el área en cuatro bloques donde se extrajeron cinco árboles al azar a través de un sorteo, del bloque uno, dos y tres se extrajo un árbol y en bloque cuatro dos árboles los cuales se marcaron para luego ser apeados, teniendo siempre presente que los individuos reúnan las características específicas para el estudio a realizar, obteniendo de esa manera el material para la elaboración de las probetas para la determinación de las propiedades físicas.

#### **3.3.2. Selección de las trozas**

Posteriormente al apeo del árbol se realizó el desramado y se obtuvo del árbol trozas de 0.50 m. de longitud, de la parte inferior, media y superior del fuste. Haciendo un total de 15 trozas que fueron marcados con pintura para una fácil identificación, con una secuencia de letras A, B,...E desde la parte inferior a la superior de la trozas, registrándose todos los datos en una planilla para cada individuo.

#### **3.3.3. Selección de las viguetas dentro de la troza**

Las viguetas fueron obtenidas de los tablonces centrales y laterales, posteriormente se seleccionó las mejores viguetas y se dividieron longitudinalmente para obtener de cada una de las viguetas de 7\*7 cm. De sección transversal, teniendo en cuenta la escuadría adecuada para una buena orientación de las anillos de crecimiento, la dirección de las fibras y posteriormente para darle una sección transversal requerida de 3.5\*3.5 cm.

### **3.3.4. Obtención de la probetas dentro de las viguetas**

La preparación de las probetas se realizó de acuerdo a las normas COPANT Maderas 459 y se procedió de la siguiente manera:

- a) Sobre las viguetas seleccionadas se procedió a marcar la longitud requerida de las probetas. Evitando los defectos que puedan presentarse en la madera (como rajaduras, nudos, pudriciones, etc.).
- b) Se procedió a aserrar los tabloncillos centrales en la maquina sin fin, del espesor adecuado 7\*7 cm para luego ser apilados en un galpón.
- c) La obtención de listones para los ensayos en verde son de 3.5\*3.5\*50 cm. Estos son elegidos al azar el resto de los listones para el ensayo de seco al aire, estos serán dejados secar en un galpón al aire libre hasta que lleguen a un contenido de humedad adecuado. En ambos ensayos se realizó la preparación de estos listones en una sierra sin fin, una sierra circular de mesa, una maquina cepilladora, y una gruésadora, tomando en cuenta siempre la correcta orientación de los anillos de crecimiento y la dirección de las fibras.
- d) Después de haber secado las probetas “3 días” se comenzó la preparación definitiva de las mismas de 3\*3\*10 cm. Esta etapa es importante y se debe tener un cuidado especial en la elaboración de las probetas ya que una inadecuada orientación de los anillos de crecimiento, como asimismo de la dirección de las fibras traen resultados incorrectos en la etapa de laboratorio.
- e) El número de probetas que se utilizó en los diferentes estados para la determinación de las propiedades físicas será de “45” tanto para el estado verde, estado seco al aire y anhidro teniendo probetas testigos, para cualquier colapso de la misma en un cambio de estado de humedad.

### **3.3.5. Codificación de la probetas**

Para tener una correcta tabulación de datos y una mejor identificación de las probetas se realizó la codificación de las mismas. El código debe estar escrito claro y grande, preferentemente escrito con lápiz indeleble en uno de los costados de cada probeta, siendo la misma de la siguiente manera:

## A-1P1

Dónde:

A = Árbol (A, B, C, D y E)

1 = Parte de la troza (1 = superior, 2 = medio y 3 = superior)

P1 = N° de probeta, que puede ser 1, 2 y 3

### **3.4. Proceso de toma de datos de las propiedades físicas**

La determinación de las propiedades físicas se efectuó en tres etapas “seco al aire, anhidro y verde”, de acuerdo a su contenido de humedad.

#### **3.4.1.1. Etapa uno – madera en estado verde**

Todas las probetas fueron extraídas del recipiente. Las mismas se encontraban en un proceso de remojo hasta alcanzar un contenido de humedad mayor al 30%, debido a que la madera pierde rápidamente humedad desde el momento del apeo hasta la preparación de las probetas. Luego se hizo escurrir el agua de las probetas y posteriormente se procedió a:

- a) Se tomó el peso verde de cada una de las probetas (PV).
- b) Se determinó las dimensiones y longitud de cada probeta.
  - Dimensión radial verde (DRV)
  - Dimensión tangencial verde (DTV)
- c) Se determinó el volumen de la probeta expresado en  $\text{cm}^3$  por el método de inmersión (VV) utilizando agua destilada.

#### **3.4.1.2. Etapa dos – madera en estado seco al aire**

En esta etapa se hizo secar las probetas en condiciones normales de humedad durante 25 días a través de un encastillado, procediendo a pesar y medir las dimensiones radial y tangencial a los 5 días y luego a los 10 y 15 días, hasta que las probetas tengan un peso constante. Para posteriormente proceder a realizar los siguientes pasos:

- a) Se tomó el peso (PSA) y dimensiones de cada probeta: dimensión radial (DRSA) y dimensión tangencial (DTSA).
- b) Se determinó el volumen de las probetas (VSA) por el método de inmersión en agua destilada.

#### **3.4.1.3. Etapa tres – madera en estado anhidro**

En esta etapa las probetas fueron introducidos a la estufa siguiendo el respectivo procedimiento:

- a) Se colocó las probetas en el horno dejándolas 24 horas a 30 °C.
- b) Dentro de 24 horas se subió la temperatura a 60 °C.
- c) A las 24 horas esta temperatura se amento a 80 °C.
- d) A las 48 horas esta temperatura se aumentó finalmente a 101 °C  $\pm$  2 °C. hasta encontrar un peso constante.
- e) Se midió en la probeta lo siguiente: dimensión radial anhidro (DRA) y dimensión tangencial anhidro (DTA).
- f) Para el volumen se sumergieron las probetas en parafina, eliminándose el exceso y se determinó su volumen (VA), por el método de inmersión en agua destilada.

Con los diferentes datos obtenidos, se procedió a realizar los diferentes cálculos para obtener los resultados de las propiedades físicas de la Palta tales como:

#### **3.4.2. Determinación del contenido de humedad**

Para la determinación del contenido de humedad se realizó, según las norma COPANT Maderas 460. Por el método de las pesadas o secado en el horno, para cada una de las probetas se utilizó una balanza de 0,01 gr. de precisión y un horno que permitió regular la temperatura hasta 101 °C  $\pm$  2 °C.

#### **3.4.3. Determinación del peso específico y densidad básica**

Para el cálculo del peso específico y densidad básica se utilizó la norma COPANT Maderas 461.

En la cual la norma menciona que el peso específico es el cociente del peso y el volumen, ambos a un determinado contenido de humedad. Obteniéndose el peso de las probetas en gramos por la lectura de la balanza y el volumen mediante el método de medición indirecta por inmersión en agua destilada. Obtenido los diferentes datos se calculó el peso específico para los tres estados correspondientes y con la relación peso anhidro y volumen húmedo se obtuvo la densidad básica o peso específico básico.

#### **3.4.4. Determinación de la contracción**

Para la determinación de las contracciones radial, tangencial y volumétrica se utilizó la norma COPANT Maderas 462. Siendo la contracción una reducción dimensional que sufre la probeta, desde el estado húmedo hasta el anhidro, denominándose contracción anhidro o total y de la dimensión verde a la seca al aire contracción seca al aire.

#### **3.4.5. Determinación de la tasa de estabilidad**

La tasa de estabilidad es el cociente que se relaciona de la contracción tangencial y la contracción radial. Este es un valor adimensional que expresa la estabilidad de la madera durante el proceso de secado.

#### **3.4.6. Determinación de la porosidad**

Este es la medición indirecta de los espacios (huecos) que posee la madera cuando se encuentra en estado anhidro siendo utilizado para su cálculo los valores del peso específico anhidro. Relacionándola de manera inversa con la densidad; es decir a mayor porosidad menor densidad, a mayor densidad menor porosidad expresando los valores en porcentaje (%).

#### **3.4.7. Determinación de la humedad máxima**

Esta es una medición indirecta de la cantidad de agua que contiene la madera (agua libre y agua de impregnación), que puede albergar la madera cuando se encuentra completamente saturada. La humedad máxima es expresada porcentualmente (%) y con su valor podemos deducir el peso específico máximo en estado húmedo.

- Para todos los cálculos en los diferentes estados de la madera se utilizó las fórmulas que se encuentran en: (Ver anexo N° 3).

### 3.5. Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó en base a la norma COPANT 30:1-012 que establece el procedimiento y la presentación de los resultados para poder determinar las propiedades físicas de la madera de la especie *Persea americana Mill.*

Los datos estadísticos son:

#### Cuadro N° 5 Datos para el análisis estadístico

k = Número de árboles ensayados = 5
l = Número de probetas por árbol = 9
N = Total de probetas ensayadas = 45

Fuente: Elaboración propia, 2018

Donde:

$$N = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_k = \sum_{j=1}^k l_j$$

#### a) Valor promedio ( $\bar{X}$ ) de los valores individuales por árbol

$$\bar{X} = \frac{1}{l} * (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_l) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_i$$

( $\bar{X}$ ) es la variable que indica cada uno de los valores de los resultados obtenidos en cada probeta.

#### b) Estimación de la varianza

Para la estimación de las varianzas, se determinó en base a las relaciones indicadas más adelante para el cálculo de la varianza de valores individuales, estimación de la varianza promedio y la varianza total.

Cuadro N° 6 Fórmulas para determinar la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados de la desviación	Varianza
Entre los grupos	$n_1 = k - 1$	$A_1 = II - I$	$S_1^2 = \frac{A_1}{n_1}$
Dentro de los grupos	$n_2 = N - k$	$A_2 = III - II$	$S_2^2 = \frac{A_2}{n_2}$
Total	$n_1 + n_2 = N - 1$	$A_1 + A_2 = III - I$	$S_T = \frac{A_1 + A_2}{n_1 + n_2}$

Fuente: Norma COPANT Maderas 30:1-012

Donde:

$$n_1 = k - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$n_2 = N - k = 45 - 5 = 40$$

$$n_1 + n_2 = N - 1 = 45 - 1 = 44$$

Los números romanos son agrupadores de datos y/o fórmulas; para su desarrollo se presenta el siguiente ejemplo, utilizando datos de contenido de humedad seco al aire.

Donde:

$N = 45$  número de probetas totales

$k = 5$  número de arboles

$l = 9$  número de probetas dentro de los árboles

$$\bar{x} = 14,18$$

$$II = l * \sum_{j=1}^k x_j^2 = \sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left( \sum_{i=1}^k x_i \right)^2 = 9112.44$$

$$III = \sum_{i=1}^N x_i^2 = 9300.99$$

$$S_1^2 = \frac{II - I}{k - 1} = \frac{57.97}{4} = 14.49$$



$$S_2^2 = \frac{III - II}{N - k} = \frac{188.54}{40} = 4.71$$

$$S_T^2 = \frac{III - II}{N - 1} = \frac{246.51}{44} = 5.60$$

$S_1^2$  = Variación de los valores individuales entre los árboles

$S_2^2$  = Variación promedio

$S_T^2$  = Variación de todos los valores individuales al rededor del promedio total

### c) Determinación del coeficiente de variación

Para la determinación primeramente se desarrolla el cálculo de la desviación típica, que es la raíz cuadrada de los valores de variación donde se obtuvo:

$$S_1 = \sqrt{14.49} = \pm 3.81$$

$$S_2 = \sqrt{4.71} = \pm 2.17$$

$$S_T = \sqrt{5.60} = \pm 2.17$$

Para el coeficiente de variación ( $CV_1$ ) de la varianza promedio de los valores individuales entre los (k) árboles se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CV_1 = \frac{S_1}{\bar{X}} * 100 = \frac{3.81}{14.18} * 100 = 26.84$$

Para el coeficiente de variación ( $CV_2$ ) de la varianza promedio de los valores de las varianzas dentro de los (k) árboles se determinó mediante:

$$CV_2 = \frac{S_2}{\bar{X}} * 100 = \frac{2.17}{14.18} * 100 = 13.31$$

El coeficiente de variación total ( $CV_T$ ) de la varianza de los valores individuales ( $x_i$ ) alrededor del promedio total ( $\bar{X}$ ) se obtiene:

$$CV_T = \frac{S_T}{\bar{X}} * 100 = \frac{3.37}{14.18} * 100 = 16.69$$

**d) Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total**

Como el valor promedio total ( $\bar{X}$ ) de un muestreo, es solamente una estimación del promedio (N) de la población, también se necesita presentar un análisis estadístico, el intervalo de confianza ( $\pm q$ ) del valor promedio total ( $\bar{X}$ ), para una seguridad estadística postulada (generalmente al 95%). El valor promedio total, es decir de todos los datos  $\pm q$  (intervalo de confianza) incluye el valor promedio real de la población (N) con una probabilidad dada.

**Cuadro N° 7 Valores para la seguridad estadística**

k-1	2	3	4	5	7	9	14	19	&
t (k-1)	4.3	3.18	2.78	2.57	2.37	2.26	2.15	2.09	1.96

Fuente: Norma COPANT 30:1-012

$$q = \pm(k - t) * \frac{S_1}{\sqrt{N}} = \pm(2.57) * \frac{3.81}{45} = \pm 1.46$$

**e) Determinación del valor relativo del intervalo de confianza ( $\pm P$ )**

Los límites de valor promedio total, calculados según fórmula anterior, también se pueden expresar en forma relativa porcentual:

$$p = \frac{q}{\bar{X}} * 100 = \frac{1.46}{14.18} * 100 = 10.28\%$$

**Tabla N° 1 Análisis estadístico de las propiedades físicas, contenido de humedad seco al aire**

N° de probeta	N° de árbol					Σ lineal
	1	2	3	4	5	
1	15,31	14,16	13,20	16,16	12,38	
2	15,60	10,21	10,63	17,55	16,52	
3	14,97	11,90	18,82	11,55	16,54	
4	14,23	11,66	14,13	14,18	16,76	
5	10,13	16,44	16,50	13,45	16,43	
6	15,95	10,19	11,04	14,08	14,51	
7	13,71	11,55	15,46	18,72	16,41	
8	15,94	11,74	15,86	13,84	14,81	
9	11,46	10,81	16,34	11,87	14,58	
Σ	9	9	9	9	9	45
$\sum_{i=1}^N x_i$	127,30	108,66	131,97	131,45	138,95	638,32
$\bar{X}$	14,14	12,07	14,66	14,61	15,44	70,92
$\sum_{i=1}^N x_i^2$	1834,68	1344,43	1992,33	1966,81	2162,73	9300,99
$\sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left( \sum_{i=1}^k x_i \right)^2$	1800,51	1311,78	1935,08	1919,77	2145,31	9112,44
$\sum_{i=1}^N x_i^2 - \sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left( \sum_{i=1}^k x_i \right)^2$	34,17	32,66	57,25	47,04	17,42	188,54

Fuente: Elaboración propia, 2018

Grados de libertad		Varianza		Desviación típico
$n_1 = k - 1 = 4$	I = 9054,47	$A_1 = 57,97$	$S_1^2 = 14,49$	$S_1 = 3,81$
$n_2 = N - k = 40$	II = 9112,44	$A_2 = 188,54$	$S_2^2 = 4,71$	$S_2 = 2,17$
$n_3 = N - 1 = 45$	III = 9300,99	$A_3 = 246,51$	$S_T^2 = \pm 5,60$	$S_T = 3,37$
Coeficiente de variación %		Intervalo de confianza		
$CV_1 = 26,84$		$q = \pm 1,46$	$p = 10,28\%$	
$CV_2 = 15,31$		$\bar{X} \pm q = 14,18 \pm 1,46$	$\bar{X} \pm p = 14,18 \pm 10,28\%$	
$CV_3 = 16,69$				

Fuente: Elaboración propia, 2018

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Presentación de resultados

Según lo establecido en la norma COPANT 30:1-012 en lo relativo al proceso de los resultados individuales estos son:

##### 4.1.1. Contenido de humedad

El punto de saturación de la fibra, es el contenido crítico de humedad a partir del cual cambia drásticamente ciertas características, tales como la contracción, el hinchamiento, la dureza, la resistencia mecánica, etc.

En este estudio se determinó el contenido de humedad en el estado verde con valores del 105.67% y del contenido de humedad seco al aire con un 14.18%.

**Tabla N° 2 Contenido de humedad**

<i>Variable</i>	<i>Media%</i>	<i>CV<sub>r</sub>%</i>
<i>Contenido de humedad seco al aire</i>	14.18	16.69
<i>Contenido de humedad verde</i>	105.67	3.39

Fuente: Elaboración propia, 2018

##### 4.1.2. Peso específico

La determinación del peso específico es considerada como una de las propiedades más importante en la madera, puesto que de él dependen directamente otras propiedades físicas y mecánicas.

El valor medio encontrado del peso específico en sus diferentes estados de contenido de humedad es:

**Tabla N° 3 Pesos específicos en sus diferentes contenidos de humedad**

<i>Variable</i>	<i>Media gr/cm<sup>3</sup></i>	<i>CV<sub>r</sub>%</i>
<i>Peso específico seco al</i>	0.64	6.84
<i>Peso específico anhidro</i>	0.58	7.19
<i>Peso específico verde</i>	1.07	6.00

Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso (Antonio Arostegui V. 1975) y según su uso (Hannes Hoheissel, 1972) esta se clasifica en:

- De acuerdo al peso específico anhidro como una madera de mediano peso, recomendada para la carpintería en general, revestimiento y construcciones livianas.

Según los estudios realizados por (Guzmán Silva Antonio José, 2007) el peso específico verde de la Palta es de  $0.90 \text{ gr/cm}^3$  y nuestro valor encontrado es  $1.07 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 4.1.3. Densidad básica y peso específico ajustado al 12%

La densidad básica también es conocida como peso específico básico, junto con el peso específico ajustado al 12% de contenido de humedad, estas son variables relacionadas con la resistencia mecánica siendo posible efectuar comparar estos valores con otras especies. La densidad básica es utilizada para la clasificación de las maderas según su peso además a dar su posible uso.

**Tabla N° 4 Densidad básica y peso específico ajustado al 12%**

<i>Variable</i>	<i>Media gr/cm<sup>3</sup></i>	<i>CV<sub>r</sub>%</i>
<i>Densidad básica</i>	0.52	7.05
<i>Peso específico ajustado al 12%</i>	0.61	6.81

Fuente: Elaboración propia, 2018

Valores de  $0.52 \text{ gr/cm}^3$  de la densidad básica son reportados como maderas de mediana densidad por (Antonio Arostegui V. 1975).

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso ésta se clasifica en:

- Según su peso específico al 12% ajustado, con un valor  $0.61 \text{ gr/cm}^3$  como una madera de mediano peso.

(Guzmán Silva Antonio José, 2007) encuentra una densidad básica de  $0.54 \text{ gr/cm}^3$  y un peso específico ajustado al 12% de  $0.63 \text{ gr/cm}^3$ , lo que nos permite observar coherencia en nuestros resultados obtenidos.

#### 4.1.4. Contracciones

La contracción volumétrica anhidro de la madera *Persea americana Mill*, la coloca dentro de la categoría de maderas con contracciones medianas, es decir sugieren una enorme estabilidad dimensional (Antonio Arostegui V. 1975). La máxima contracción lineal, la experimentó el plano tangencial siendo más contráctil en relación al plano radial.

**Tabla N° 5 Contracciones tangencial, radial y volumétrica**

Variable	CT%	CV <sub>r</sub> %	CR%	CV <sub>t</sub> %	CV%	CV <sub>t</sub> %
<i>Estado verde-seco al aire</i>	2.98	50.18	1.98	63.09	7.94	12.54
<i>Estado verde-anhidro</i>	5.11	21.83	3.95	31.93	8.23	10.55
<i>Estado verde-ajustado al 12%</i>	3.27	38.94	2.24	50.21	10.09	11.06

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.1.5. Tasa de estabilidad

Este indicador es la relación de la contracción tangencial sobre la contracción radial sufridas por la pérdida del agua higroscópica, por lo que las fibras se contraen, es decir se reducen las dimensiones de la madera. Esta relación mide la estabilidad de la madera ante los cambios dimensionales que puede sufrir la disminución del contenido de humedad. El valor encontrado en la tasa de estabilidad anhidro fue de 1.38 que de acuerdo con la clasificación de las maderas, es muy estable indicando un buen comportamiento de la madera al secado.

**Tabla N° 6 Tasas de estabilidad**

Variable	Media	CV <sub>t</sub> %
<i>Seco al</i>	1.63	30.62
<i>Anhidro</i>	1.38	28.21

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.1.6. Porosidad

El resultado obtenido de la porosidad fue de 61.42%, ésta es considerada una propiedad física importante para la determinación del contenido de humedad máximo de la madera, determinándose mediante la fórmula que establece la relación de sustracción

entre el volumen anhidro igual a 1 cm y el volumen real del mismo, pudiendo alcanzar valores hasta de un 100%.

**Tabla N° 7 Porosidad**

<i>Variable</i>	<i>Media%</i>	<i>CV<sub>T</sub>%</i>
<i>Porosidad</i>	61.42	4.52

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### **4.1.7. Contenido de humedad máximo**

El leño al ser cortado en el bosque se encuentra con sus lúmenes y paredes celulares saturadas de agua, a esta condición de humedad en la madera se la designa como contenido de humedad máximo. Obteniéndose un valor de 135.07% en nuestra especie.

**Tabla N° 8 Contenido de humedad máximo**

<i>Variable</i>	<i>Media%</i>	<i>CV<sub>T</sub>%</i>
<i>C.H. máximo</i>	135.07	9.64

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para el mejor entendimiento de los valores obtenidos se presentaran los procesos analíticos de cada uno de ellos (Ver anexo: 3).



Tabla N° 9 Datos de peso, volumen y dimensiones tomados en laboratorio

Pesos, volúmenes y dimensiones para determinar peso específico, contenido de humedad, contracciones, tasas de estabilidad y porosidad													
Árbol	Probeta	Verde				Seco al aire				Anhidro			
		Peso (gr)	Vol. (cm <sup>3</sup> )	Dimensión en (cm)		Peso (gr)	Vol. (cm <sup>3</sup> )	Dimensión en (cm)		Peso (gr)	Vol. (cm <sup>3</sup> )	Dimensión en (cm)	
				Tan.	Rad.			Tan.	Rad.			Tan.	Rad.
1	A-1P1	106,05	96,23	31,39	31,25	61,07	89,01	31,00	30,95	52,96	86,94	29,86	29,91
1	A-1P2	105,42	95,80	31,40	31,04	60,16	88,95	31,01	30,86	52,04	86,99	30,01	29,75
1	A-1P3	107,58	96,69	31,36	31,28	59,38	89,14	31,03	31,16	51,65	88,63	29,41	29,70
1	A-2P1	109,42	95,63	31,69	31,45	61,10	88,75	31,08	31,08	53,49	87,00	29,89	30,01
1	A-2P2	110,00	93,84	31,40	31,02	60,24	87,37	30,22	30,49	54,70	85,96	29,44	30,28
1	A-2P3	107,82	99,96	31,54	31,14	61,95	91,96	30,48	30,42	53,43	90,27	30,01	30,28
1	A-3P1	106,77	96,22	31,12	30,39	58,81	88,22	30,27	29,85	51,72	85,49	29,01	28,34
1	A-3P2	104,69	97,53	31,52	31,49	60,58	90,12	30,29	30,42	52,25	86,08	29,58	30,06
1	A-3P3	107,48	96,45	31,62	31,28	59,61	89,20	30,41	30,69	53,48	85,92	30,20	29,98
2	B-1P1	105,45	93,20	31,16	31,01	60,13	86,15	30,02	30,60	52,67	83,33	29,39	29,46
2	B-1P2	112,17	93,36	30,13	30,01	61,44	86,40	29,30	29,51	55,75	84,54	28,34	28,38
2	B-1P3	109,52	95,51	31,36	31,00	61,10	87,29	30,05	30,43	54,60	85,44	29,44	29,59
2	B-2P1	106,24	95,31	31,21	30,39	58,13	88,42	30,17	29,71	52,06	85,60	30,06	29,47
2	B-2P2	103,84	96,46	30,48	30,10	59,50	88,54	30,03	29,83	51,10	86,76	28,51	28,23
2	B-2P3	115,47	96,88	31,48	31,22	61,23	89,40	30,01	30,47	55,57	87,70	29,33	29,74
2	B-3P1	103,61	99,27	31,76	31,47	56,88	91,92	30,47	30,42	50,99	88,48	30,34	30,31
2	B-3P2	107,22	97,10	31,23	30,36	57,50	89,80	30,85	30,12	51,46	86,26	29,45	29,20
2	B-3P3	107,17	95,02	30,47	30,02	58,64	87,00	30,04	29,80	52,92	84,46	29,36	29,47
3	C-1P1	104,58	98,51	31,41	31,00	57,02	91,10	30,46	30,51	50,37	88,82	30,00	30,40
3	C-1P2	106,87	96,56	31,38	31,16	58,70	88,95	30,33	30,51	53,06	85,48	30,04	30,18
3	C-1P3	99,75	94,38	31,43	31,15	56,76	88,15	29,39	29,41	47,77	85,50	29,59	29,57
3	C-2P1	95,14	99,38	31,68	31,19	52,89	90,37	31,10	30,73	46,34	88,09	30,48	30,25
3	C-2P2	95,82	98,62	31,41	31,01	52,47	91,10	31,17	30,79	45,04	87,94	29,37	29,36
3	C-2P3	98,57	96,40	31,20	31,06	53,19	89,10	30,45	30,58	47,90	86,07	29,22	29,44
3	C-3P1	96,96	96,05	31,20	31,16	53,55	89,34	30,69	30,92	46,38	86,62	29,37	29,68
3	C-3P2	100,39	96,46	31,67	31,18	55,19	91,08	30,27	29,83	47,64	88,41	30,02	30,01
3	C-3P3	96,87	98,44	31,29	31,07	53,84	93,40	30,37	30,61	46,28	88,85	30,09	30,54
4	D-1P1	104,39	94,36	31,07	30,34	58,51	87,01	30,03	29,55	50,37	83,31	29,05	29,01
4	D-1P2	98,45	96,77	31,45	31,28	55,74	90,21	30,85	30,82	47,42	87,56	30,44	30,66
4	D-1P3	103,63	98,21	31,30	31,28	55,55	90,61	30,39	30,82	49,80	87,27	30,25	30,39
4	D-2P1	95,22	99,90	31,68	31,23	52,81	92,70	31,03	30,82	46,25	89,55	30,42	30,29
4	D-2P2	100,61	96,61	31,17	30,21	54,91	90,18	30,42	29,95	48,40	87,94	29,24	28,37
4	D-2P3	96,79	97,21	31,42	31,25	52,02	91,90	30,29	30,27	45,60	87,48	30,11	29,98
4	D-3P1	96,83	97,20	31,37	31,02	56,13	90,66	30,36	30,26	47,28	88,16	30,21	30,17
4	D-3P2	95,39	98,20	31,51	31,25	53,35	92,20	31,00	30,79	46,85	89,63	30,47	30,44
4	D-3P3	102,98	95,87	31,49	31,05	55,53	88,62	29,37	29,42	49,63	85,40	29,68	29,67
5	E-1P1	88,88	98,92	31,75	31,33	47,02	91,50	30,48	30,28	41,84	89,74	29,55	29,86
5	E-1P2	104,14	96,94	31,49	31,18	59,31	90,14	30,43	30,24	50,90	83,75	30,01	30,02
5	E-1P3	103,70	94,62	31,26	31,18	58,97	87,52	30,01	30,25	50,60	85,65	29,34	29,40
5	E-2P1	102,61	96,30	31,37	31,01	57,40	91,36	31,03	30,76	49,16	88,32	30,06	30,37
5	E-2P2	101,69	92,40	31,31	31,15	58,68	85,50	30,33	30,35	50,40	84,14	30,09	29,99
5	E-2P3	99,17	91,71	31,65	31,38	53,74	83,65	30,29	30,76	46,93	83,20	30,11	30,01
5	E-3P1	103,68	96,00	31,16	31,06	59,36	88,87	31,00	30,90	50,99	85,22	29,39	29,61
5	E-3P2	98,88	92,30	31,22	31,19	54,96	84,70	30,90	30,91	47,87	83,66	29,60	30,49
5	E-3P3	101,97	95,75	31,49	31,40	56,03	88,47	30,37	30,85	48,90	85,28	30,25	30,27

Fuente: Elaboración propia, 2018

**Tabla N° 10 Datos totales de las propiedades físicas**

Propiedades físicas de la palta <i>Persea americana</i> Mill																						
N° Árbol	N° Prob	Estado verde		Estado seco al aire						Ajustado al 12% C.H.				Estado seco al horno						P.e. básico gr/cm <sup>3</sup>	Porosid. %	CHmax. %
		C.H. %	P.e. gr/cm <sup>3</sup>	Contracción %			TASA T/R	C.H. %	P.e. gr/cm <sup>3</sup>	Contracción %			P.e. gr/cm <sup>3</sup>	Contracción %			TASA T/R	P.e. gr/cm <sup>3</sup>				
				Tan.	Rad.	Vol.				Tan.	Rad.	Vol.		Tan.	Rad.	Vol.						
1	A-1P1	100,25	1,10	1,26	0,97	8,11	1,30	15,31	0,69	2,04	2,03	8,45	0,64	4,87	4,29	9,65	1,14	0,61	0,55	59,39	125,49	
1	A-1P2	102,57	1,10	1,26	0,58	7,70	2,16	15,60	0,68	1,99	1,41	8,05	0,63	4,43	4,16	9,20	1,07	0,60	0,54	60,12	128,49	
1	A-1P3	108,29	1,11	1,06	0,39	8,47	2,76	14,97	0,67	2,09	1,31	8,44	0,62	6,22	5,07	8,34	1,23	0,58	0,53	61,15	132,93	
1	A-2P1	104,56	1,14	1,96	1,19	7,75	1,65	14,23	0,69	2,54	1,72	7,95	0,65	5,68	4,58	9,02	1,24	0,61	0,56	59,01	123,98	
1	A-2P2	101,10	1,17	3,90	1,74	7,41	2,25	10,13	0,69	3,47	1,62	7,22	0,67	6,24	2,39	8,40	2,62	0,64	0,58	57,58	118,48	
1	A-2P3	101,80	1,08	3,48	2,37	8,70	1,47	15,95	0,67	3,82	2,46	8,95	0,63	4,85	2,76	9,69	1,76	0,59	0,53	60,54	130,28	
1	A-3P1	106,44	1,11	2,81	1,81	9,07	1,55	13,71	0,67	3,30	2,42	9,33	0,64	6,78	6,75	11,15	1,01	0,60	0,54	59,67	126,63	
1	A-3P2	100,36	1,07	4,06	3,52	8,22	1,15	15,94	0,67	4,58	3,77	9,09	0,64	6,15	4,54	11,74	1,36	0,61	0,54	59,53	126,08	
1	A-3P3	100,97	1,11	3,98	1,92	8,13	2,07	11,46	0,67	3,95	1,82	8,00	0,66	4,49	4,16	10,92	1,08	0,62	0,55	58,50	121,99	
2	B-1P1	100,21	1,13	3,80	1,34	8,18	2,83	14,16	0,70	4,09	1,90	8,55	0,67	5,68	5,00	10,59	1,14	0,63	0,57	57,86	119,54	
2	B-1P2	101,20	1,20	2,83	1,69	8,06	1,67	10,21	0,71	2,29	1,04	7,81	0,69	5,94	5,43	9,45	1,09	0,66	0,60	56,04	112,97	
2	B-1P3	100,59	1,15	4,36	1,87	9,42	2,33	11,90	0,70	4,35	1,85	9,41	0,67	6,12	4,55	10,54	1,35	0,64	0,57	57,40	117,82	
2	B-2P1	104,07	1,11	3,45	2,29	7,79	1,51	11,66	0,66	3,44	2,27	7,72	0,64	3,68	3,03	10,19	1,22	0,61	0,55	59,45	125,76	
2	B-2P2	103,21	1,08	1,50	0,91	8,95	1,66	16,44	0,67	2,84	2,34	9,25	0,62	6,46	6,21	10,06	1,04	0,59	0,53	60,73	131,12	
2	B-2P3	107,79	1,19	4,90	2,46	8,37	1,99	10,19	0,68	4,55	2,06	8,17	0,67	6,83	4,74	9,48	1,44	0,63	0,57	57,76	119,15	
2	B-3P1	103,20	1,04	4,23	3,45	8,00	1,23	11,55	0,62	4,22	3,44	7,88	0,61	4,47	3,69	10,87	1,21	0,58	0,51	61,58	134,86	
2	B-3P2	108,36	1,10	1,23	0,80	8,13	1,55	11,74	0,64	1,13	0,73	8,06	0,63	5,70	3,82	11,16	1,49	0,60	0,53	60,23	128,96	
2	B-3P3	102,51	1,13	1,43	0,74	9,22	1,94	10,81	0,67	1,19	0,62	9,01	0,66	3,64	1,83	11,11	1,99	0,63	0,56	58,23	120,93	
3	C-1P1	107,62	1,06	3,12	1,61	8,13	1,94	13,20	0,63	3,24	1,64	8,29	0,60	4,49	1,94	9,84	2,32	0,57	0,51	62,19	137,67	
3	C-1P2	101,41	1,11	3,46	2,13	8,56	1,62	10,63	0,66	3,36	2,00	8,18	0,65	4,27	3,15	11,47	1,36	0,62	0,55	58,62	122,43	
3	C-1P3	108,81	1,06	6,94	5,92	7,07	1,17	18,82	0,64	6,55	5,61	7,92	0,59	5,85	5,07	9,41	1,15	0,56	0,51	62,75	140,32	
3	C-2P1	105,31	0,96	1,86	1,50	9,97	1,25	14,13	0,59	2,16	1,73	10,18	0,56	3,79	3,01	11,36	1,26	0,53	0,47	64,93	151,43	
3	C-2P2	112,74	0,97	0,77	0,71	8,25	1,08	16,50	0,58	2,33	1,97	8,96	0,55	6,49	5,32	10,83	1,22	0,51	0,46	65,86	156,58	
3	C-2P3	105,78	1,02	2,46	1,57	8,19	1,57	11,04	0,60	2,13	1,25	7,97	0,59	6,35	5,22	10,72	1,22	0,56	0,50	62,90	141,02	
3	C-3P1	109,06	1,01	1,66	0,78	7,51	2,14	15,46	0,60	2,60	1,67	8,03	0,57	5,87	4,75	9,82	1,23	0,54	0,48	64,30	148,09	
3	C-3P2	110,73	1,04	4,63	4,53	5,91	1,02	15,85	0,61	4,77	4,34	6,50	0,57	5,21	3,75	8,35	1,39	0,54	0,49	64,08	146,91	
3	C-3P3	109,31	0,98	3,03	1,50	5,40	2,02	16,34	0,58	3,24	1,56	6,55	0,55	3,84	1,71	9,74	2,25	0,52	0,47	65,27	153,32	
4	D-1P1	107,25	1,11	3,46	2,67	8,45	1,30	16,16	0,67	4,25	3,11	9,29	0,64	6,50	4,38	11,71	1,48	0,60	0,53	59,69	126,73	
4	D-1P2	107,61	1,02	1,94	1,49	7,27	1,30	17,55	0,62	2,35	1,65	7,98	0,58	3,21	1,98	9,52	1,62	0,54	0,49	63,90	145,98	

4	D-1P3	108,09	1,06	2,99	1,49	8,39	2,01	11,55	0,61	2,98	1,44	8,28	0,60	3,35	2,85	11,14	1,18	0,57	0,51	61,96	136,57
4	D-2P1	105,88	0,95	2,09	1,33	7,77	1,57	14,18	0,57	2,38	1,59	8,17	0,55	3,98	3,01	10,36	1,32	0,52	0,46	65,57	154,95
4	D-2P2	107,87	1,04	2,47	0,85	7,13	2,88	13,45	0,61	2,87	1,42	7,33	0,58	6,19	6,09	8,97	1,02	0,55	0,50	63,31	143,03
4	D-2P3	112,26	1,00	3,73	3,24	5,78	1,15	14,08	0,57	3,80	3,36	6,40	0,55	4,17	4,06	10,01	1,03	0,52	0,47	65,25	153,18
4	D-3P1	104,80	1,00	3,33	2,51	7,21	1,32	18,72	0,62	3,46	2,59	7,96	0,57	3,70	2,74	9,30	1,35	0,54	0,49	64,25	147,80
4	D-3P2	103,61	0,97	1,65	1,51	6,51	1,09	13,87	0,58	1,87	1,66	6,81	0,56	3,30	2,59	8,73	1,27	0,52	0,48	65,15	152,65
4	D-3P3	107,50	1,07	7,22	5,54	8,18	1,30	11,89	0,63	7,23	5,55	8,16	0,61	5,75	4,44	10,92	1,29	0,58	0,52	61,26	133,41
5	E-1P1	112,43	0,90	4,17	3,47	8,11	1,20	12,38	0,51	4,25	3,51	8,15	0,50	6,93	4,69	9,28	1,48	0,47	0,42	68,92	175,82
5	E-1P2	104,60	1,07	3,48	3,11	7,54	1,12	16,52	0,66	3,82	3,28	9,20	0,64	4,70	3,72	13,61	1,26	0,61	0,53	59,48	125,87
5	E-1P3	104,94	1,10	4,17	3,07	8,11	1,35	16,54	0,67	4,71	3,80	8,49	0,62	6,14	5,71	9,48	1,08	0,59	0,53	60,61	130,60
5	E-2P1	108,73	1,07	1,10	0,81	5,41	1,35	16,76	0,63	1,97	1,17	6,23	0,59	4,18	2,06	8,29	2,02	0,56	0,51	62,89	140,99
5	E-2P2	101,77	1,10	3,23	2,64	8,07	1,23	16,43	0,69	3,41	2,93	8,30	0,63	3,90	3,72	8,94	1,05	0,60	0,55	60,07	128,28
5	E-2P3	111,31	1,08	4,49	2,02	9,64	2,23	14,51	0,64	4,55	2,42	9,57	0,60	4,87	4,37	9,28	1,11	0,56	0,51	62,40	138,62
5	E-3P1	103,33	1,08	0,52	0,52	8,02	1,00	16,41	0,67	1,91	1,63	8,89	0,63	5,68	4,67	11,23	1,22	0,60	0,53	60,11	128,46
5	E-3P2	106,56	1,07	1,04	0,91	8,97	1,14	14,81	0,65	1,54	1,07	9,02	0,61	5,19	2,24	9,36	2,31	0,57	0,52	61,85	136,10
5	E-3P3	108,53	1,06	3,69	1,78	8,23	2,07	14,58	0,63	3,70	1,86	8,34	0,61	3,94	3,60	10,93	1,09	0,57	0,51	61,77	135,73
	$\bar{x}$	<b>105,67</b>	<b>1,07</b>	<b>2,98</b>	<b>1,98</b>	<b>7,94</b>	<b>1,63</b>	<b>14,18</b>	<b>0,64</b>	<b>3,27</b>	<b>2,24</b>	<b>8,23</b>	<b>0,61</b>	<b>5,11</b>	<b>3,95</b>	<b>10,09</b>	<b>1,38</b>	<b>0,58</b>	<b>0,52</b>	<b>61,42</b>	<b>135,07</b>
	$S_1$	6,90	0,15	0,68	0,92	1,24	0,58	3,81	0,10	0,49	0,87	0,84	0,10	1,23	0,95	0,64	0,23	0,10	0,09	6,49	29,38
	$S_2$	3,06	0,05	1,55	1,28	0,97	0,49	2,17	0,03	1,33	1,14	0,87	0,03	1,10	1,29	1,15	0,40	0,03	0,03	2,06	10,01
	$S_T$	3,58	0,06	1,50	1,25	1,00	0,50	2,37	0,04	1,27	1,12	0,87	0,04	1,12	1,26	1,12	0,39	0,04	0,04	2,77	13,02
	$CV_1\%$	6,53	13,61	22,72	46,31	15,60	35,59	26,84	15,64	14,94	39,14	10,24	15,90	24,11	23,92	6,39	16,84	16,82	16,85	10,56	21,75
	$CV_2\%$	2,90	4,60	52,14	64,53	12,19	30,07	15,31	5,20	40,56	51,19	10,58	5,07	21,58	32,62	11,42	29,10	5,35	5,13	3,36	7,41
	$CV_T\%$	3,39	6,00	50,18	63,09	12,54	30,62	16,69	6,84	38,94	50,21	10,55	6,81	21,83	31,93	11,06	28,21	7,19	7,05	4,52	9,64
	$p$	2,64	0,06	0,26	0,35	0,47	0,22	1,46	0,04	0,19	0,34	0,32	0,04	0,47	0,36	0,25	0,09	0,04	0,03	2,49	11,26
	$q\%$	2,50	5,21	8,70	17,74	5,98	13,63	10,28	5,99	5,73	15,00	3,92	6,09	9,24	9,16	2,45	6,45	6,44	6,46	4,05	8,33

Fuente: Elaboración propia, 2018

## **CAPÍTULO V**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Con los objetivos planteados en el presente estudio de la especie Palta *Persea americana Mill*, se llegó a las siguientes conclusiones:

##### a) Peso específico

De acuerdo al peso específico básico obtenido de  $0,52 \text{ gr/cm}^3$ , la madera de la Palta del municipio de San Lorenzo, comunidad Pampa Grande se clasifica como una madera de *mediana densidad*.

Los valores del peso específico ajustado al 12% de contenido de humedad para la madera de la Palta, es de  $0.61 \text{ gr/cm}^3$  clasificándose como madera de *mediano peso*.

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso y su uso según con el valor anhidro de  $0,58 \text{ gr/cm}^3$ , ésta se clasifica como una madera de *mediana densidad* recomendada para la carpintería general, muebles, revestimiento y chapas de corte rotatorio y corte plano.

##### b) Contracción

Las contracciones siguieron una tendencia de aumentar más en el plano tangencial que en el radial, la contracción volumétrica anhidro con un 10.09% de la madera *Persea americana Mill*, la coloca dentro de la categoría de maderas con contracciones *medianas*, es decir sugieren una enorme estabilidad dimensional.

##### c) Tasa de estabilidad

El valor encontrado de la tasa de estabilidad anhidro fue de 1.38 que de acuerdo con la clasificación de las maderas, esta es muy *estable* indicando un buen comportamiento de la madera al secado.

#### **d) Porosidad**

Tomando en cuenta que la porosidad de un cuerpo sólido es cuantificado de 0-100%, y si consideramos como unidad el total de una masa podemos meditar que la porosidad de la Palta es *medianamente alta*, ya que alcanzó un 61.42% de porosidad y un 38.58% de madera sólida.

La determinación de los usos más adecuados está sujeto de acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes ensayos y a las tablas de requisitos que deben reunir las maderas según sus usos, (Ver anexos: 1, 2).

#### **5.2. Recomendaciones**

- Con los resultados obtenidos en laboratorio de la especie Palta se recomienda dar uso para los diferentes trabajos de ebanistería ya que esta posee una contracción mediana que permite que esta no sufra grandes cambios dimensionales, además de poseer buenas características al proceso de secado.
- Se recomienda dar a conocer y difundir el presente trabajo a los productores de la Palta, ya que esta especie aparte de poseer un buen rédito económico por el fruto de la misma. La madera posee buenas características y comportamiento en sus propiedades físicas siendo una buena alternativa económica no solo como producción no forestal.