

## Propiedades Físico-Mecánicas y Usos de Dos Especies de *Podocarpus* (*P. rospigliosi* Pilger; *P. montanus* var *Meridensis* Bucholz y Gray)

A. Aróstegui <sup>(1)</sup> y A. Sato <sup>(2)</sup>

### Resumen

Las propiedades físicas y mecánicas de las maderas son una de las principales características que determinan los usos más convenientes que deben darse a cada una de ellas. El objetivo del presente estudio es encontrar los usos probables de dos especies de *Podocarpus* (*P. rospigliosi* y *P. montanus*).

Las muestras de maderas proceden del Departamento de Cajamarca y fueron recolectadas y ensayadas de acuerdo a las normas de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM).

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de Madera del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria, "La Molina".

Los datos obtenidos en los experimentos fueron ajustados al 12% de contenido de humedad y comparados con las propiedades físico-mecánicas del Pino oregón y Pino chileno.

De acuerdo a los resultados obtenidos, puede decirse que el Romerillo macho (*P. rospigliosi*) tiene propiedades físico-mecánicas y que hacen recomendable para los siguientes usos: muebles y ebanistería; miembros estructurales; trabajos de carpintería; postes para cercos y rodrigones; confección de juguetes. Algunos experimentos practicados determinan que esta especie podría ser usada también para encofrados.

El Romerillo hembra (*P. montanus*) podría emplearse en construcciones estructurales; carrocerías; encofrados; obras de carpintería; mangos de herramientas; muebles y ebanistería; obras exteriores e interiores; pisos; obras de torneado y durmientes.

### Summary

*The physical and mechanical properties of wood are some of main characteristics that determine the most convenient uses for them. The objective of the present study is to find out about the possible uses for two species of Podocarpus.*

*The wood samples were collected from the region of Cajamarca and tested according to the American Society for Testing (ASTM).*

*The tests were carried on the wood technology laboratory, Department of Forest Industry - Universidad Nacional Agraria - La Molina.*

---

<sup>1</sup> Profesor Principal del Dpto. de Industrias Forestales, Universidad Nacional Agraria, La Molina.

<sup>2</sup> Profesor Jefe de Prácticas del Dpto. de Industrias Forestales, Universidad Nacional Agraria, La Molina.

*The data obtained from the experiments were adjusted to 12% moisture content and compared with the physical-mechanical properties of Douglas fir and Chilean pine.*

*According to results that were obtained, it can be said, that the Romerillo macho (Podocarpus rospigliosi), has good physico-mechanical properties. It could be recommended for the following uses: furniture, structural work; carpentry, box industry; post and poles, toy industry. Some practical experiments determine that this species could also be used for planking.*

*The "Romerillo hembra" (Podocarpus montanus) could be used for; structural work, planking, truck bodies, carpentry, tool handles, furniture, cabinet work, for interior and exterior work, flooring, crossties, and for turning on lathe.*

## **Introducción**

Uno de los factores que limita el uso adecuado de las especies, es la falta de conocimientos de las propiedades físico-mecánicas, las cuales intervienen en la evaluación tecnológica para la determinación de las aplicaciones de las maderas y para contratar los valores de diseño para el cálculo estructural.

El propósito fundamental de la investigación fue determinar las propiedades físico-mecánicas y encontrar los usos de dos especies, *Podocarpus Rospigliosi* y *Podocarpus montanus* (Romerillo macho y hembra respectivamente).

## **Revisión de Literatura**

El Podocarpus es el único género que representa en el Perú a las coníferas, habita en los bosques de ceja de selva en la vertiente oriental de los Andes en el norte del país, así como también en la vertiente occidental (10); según Lamprecht (3), el área de distribución natural es bastante extensa, pues abarca Colombia, Perú y Venezuela, creciendo en los bosques húmedos de los Andes en una faja longitudinal comprendida entre 1700 - 2600 msnm; con temperaturas promedios anuales entre 10°-18° C y precipitaciones de unos 2000 mm al año. Según Veillon (9) los Podocarpus corresponden a la formación de bosque húmedo y bosque muy húmedo de los pisos altitudinales montano bajo y montano, de acuerdo a la clasificación de L. Holdridge. En el mundo se han identificado hasta ahora, más de 90 especies y 24 variedades del género Podocarpus (9) de los cuales en el Perú existen seis especies las mismas que fueron descritas por MacBride (5).

Lamprecht (3) indica que el *P. Rospigliosi* alcanza dimensiones verdaderamente gigantescas, con alturas totales de hasta 40-45 m y con un Dap de más de 1 m, el volumen maderable puede exceder los 20 m<sup>3</sup> por árbol. Según Veillon (9) el *P. montanus* no alcanza las dimensiones del *P. Rospigliosi* pero si llega a gran tamaño; se parece mucho en su aspecto general, en forma, corteza, hojas y en su madera.

La madera de *P. montanus* y *P. rospigliosi* es de color amarillo marrón, suave, de textura fina, uniforme, fácil de trabajar, y se pule bien, tiene el defecto de rajarse al secarse al aire. Tiene un peso específico que varía entre 0.40 y 0.60 (6). Según Dallimore (2) las maderas de los Podocarpus son durables; de buen acabado, toma bien la pintura, el barniz y la creosota.

Los únicos datos sobre propiedades físicas y mecánicas de los Podocarpus fueron obtenidos para *Podocarpus rospigliosi* por Perichi y recopilados por Vander Schloten y Martínez (7), los mismos que se presentan en el Cuadro N° 6.

En lo que respecta a las aplicaciones, Dallimore (2) indica que la madera de los *Podocarpus*, se emplean en la mayoría de los usos de los Pinos.

La madera de *Podocarpus Rospigliosi* (9) es muy apreciada para construcciones, carpintería en general, mueblería, en fin para cualquier uso, y probablemente sirve también como materia prima para la fabricación de pulpa y papel.

## Materiales y Métodos

1. *Muestras de Madera*: El material para los ensayos, fue colectado en el Distrito de Chirinos, Provincia de San Ignacio del Departamento de Cajamarca. Esta zona corresponde a una formación ecológica de transición entre el bosque húmedo montano bajo y el bosque húmedo subtropical.

De cada especie a ensayar, se seleccionó un árbol representativo, en cuanto a tamaño, edad y aspecto general. En la elección se descartaron aquellos árboles con defectos. Las dimensiones de los árboles seleccionados y de las a trozas muestras se presentan en los Cuadros Nos. 1 y 2.

CUADRO N°1 - Dimensiones de los árboles seleccionados

Nombre Científico	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Diámetro (m)	Nº de Árboles
<i>P. Rospigliosi</i>	30	20	0.70	1
<i>P. Montanus</i>	28	8	0.71	1

CUADRO N°2 - Dimensiones de las trozas-muestras

Nombre Científico	Longitud (m)	Diámetro Mayor (m)	Diámetro Menor (m)	Nº de Trozas
<i>P. Rospigliosi</i>	1.25	0.64	0.62	2
<i>P. montanus</i>	1.25	0.68	0.67	2

De cada árbol seleccionado se colectó el material de herbario (ramas terminales con hojas y frutos). La identificación botánica estuvo a cargo del Ing. Rafael Lao, Dendrólogo del Departamento de Manejo Forestal.

Las muestras aserradas en listones de 6 x 6 x 125 cm. fueron secadas al aire durante tres meses hasta un contenido de humedad del 24%.

2. *Ensayo Físico - Mecánicos*: Las propiedades físicas y mecánicas determinadas así como las dimensiones y el número de probetas ensayadas se presentan en el Cuadro N° 3. Los ensayos se efectuaron con muestras de madera seca al aire. El peso específico se determinó en base al peso y volumen seco al horno y peso seco al horno y volumen verde.

La contracción se determinó de verde a seco al horno, radial (r) y tangencial (t).

3. *Procedimiento*: La recolección del material, la preparación de las probetas y los ensayos se efectuaron de acuerdo a las normas de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales.

ASTM Designation: D 143-52-Part 1, Método primario, con muestras libre de defectos.

## Resultados

### 1. *Podocarpus rospigliosi* Pilger

*Descripción de la madera*.- Sin demarcación entre el duramen y la albura. La madera es de color amarillo marrón; sin olor ni sabor especial; grano recto; lustre medio; textura de mediana a fina; vetado de regular apariencia atractiva; anillos de crecimiento visibles a simple vista, de 5 a 9 por cm de radio; presenta nudos fijos cerca de la médula; numerosos radios finos, visibles con lupa de 10x.

*Propiedades de secado*.- Según las observaciones durante el secado al aire de las muestras de ensayo, la madera tiende a agrietarse y rajarse según la dirección de los radios.

CUADRO N°3 - Propiedades, número y dimensiones de las probetas

I. <i>Propiedades Físicas</i>	Número de Probetas		Dimensiones
	P. Rospigliosi	P. Montanus	
Peso específico	14	24	5 x 5 x 5
Contracción:			
Radial	18	10	2.5 x 2.5 x 10
Tangencial	18	10	2.5 x 2.5 x 10
II. <i>Propiedades Mecánicas</i>			
Flexión estática	7	12	5 x 5 x 76
Compresión Paralela al			
Grano	15	20	5 x 5 x 20
Dureza	7	8	5 x 5 x 15
Compresión Perpendicular			
Grano	7	12	5 x 5 x 15
Cizallamiento	19	24	5 x 5 x 6.3
Tensión Perpendicular al			
Grano	23	21	5 x 5 x 6.3
Clivaje	17	24	5 x 5 x 9.5
Tenacidad	26	42	2 x 2 x 28

*Propiedades de carpintería*.- Fácil de trabajar, de buen comportamiento al trabajo en la sierra, cepillo, taladro y torno. De fácil acabado.

*Estado sanitario*.- Se considera susceptible al ataque de hongos que producen la mancha azul.

*Propiedades físicas*.- Las propiedades físicas se presentan en el Cuadro N° 4. El peso específico basado en peso seco al horno y volumen verde es en promedio 0.41 (0.33 - 0.48) comparable con el Pino oregón que tiene en promedio 0.40. La relación de la contracción radial (3.6%) y tangencial (3.7%) es mayor en

el *Podocarpus rospigliosi* (Perú), en comparación con el *Pseudotsuga taxifolia* (Pino oregón) que nos indica una diferencia considerable entre los cambios dimensionales en estas dos direcciones.

CUADRO N° 4 - Cuadro comparativo de las propiedades físicas

Propiedades Físicas	<i>Podocarpus Rospigliosi</i>		<i>Pseudotsuga taxifolia</i>
	(1)	(2)	
1. <i>Contracción (%)</i> (verde a seco al horno)			
1.1 Radial (R)	4.40	3.6	5.0
1.2 Tangencial (T)	7.30	7.3	7.8
1.3 Relación T/R	1.65	2.0	1.56
2. <i>Peso específico</i>		0.43	
2.1 Basado en peso y volumen seco	0.45	(0.35-0.51)	0.51
2.2 Basado en peso seco al horno y volumen verde	0.40	0.41 (0.33-0.78)	0.45
3. <i>Peso por pie tablar</i> a 36% de contenido de humedad (grs.)		1,380	1,436

(1) Resultados obtenidos en el Laboratorio de Mérida, Venezuela (7)

(2) Resultados obtenidos en el Laboratorio del Instituto de Investigaciones, Universidad Agraria, La Molina, Lima- Perú

(3) Douglas fir, Pino oregón (coast type). Ensayo en el Laboratorio de Productos Forestales del Servicio Forestal de USA (6)

*Propiedades mecánicas.* - Los datos numéricos de resistencia obtenidos en el Laboratorio se presentan en el Cuadro N° 6. Los valores promedios corresponden a las maderas de igual peso específico. En comparación con el *Pseudotsuga taxifolia* (Pino oregón) (Cuadro N° 7), el *Podocarpus rospigliosi* es ligeramente inferior en flexión estática, resistencia máxima a la compresión paralela al grano, dureza (lados), compresión perpendicular al grano y 50% inferior en el esfuerzo límite proporcional en compresión paralela al grano. En dureza (extremos) es superior al Pino oregón. En cizallamiento y tensión perpendicular al grano son casi similares.

En relación al *Pinus radiata* (Pino insigne) el *Podocarpus Rospigliosi* resulta superior en todas las propiedades mecánicas.

Según el Cuadro N° 6 el *Podocarpus rospigliosi* (Perú) es ligeramente superior en flexión estática, máxima resistencia a la compresión paralela al grano, compresión perpendicular y clivaje en comparación con el *Podocarpus rospigliosi* (Venezuela); es superior en dureza y tensión perpendicular; son similares en esfuerzo de las fibras límite proporcional y módulo de elasticidad en compresión paralela al grano y en cizallamiento.

## 2. *Podocarpus montanus*.

**Descripción de la madera.**- La albura de color blanco parduzco, el duramen pardo amarillento; sin olor ni sabor; grano recto a oblicuo; textura fina; de buen lustre; de veteado medio, formado por la diferencia de color entre la madera temprana (blanco) y la tardía (pardo).

La muestra de madera tiene un 50% de albura y 50% de duramen. Los anillos de crecimiento son poco visibles a simple vista (4-5 por cm de radio). Presenta nudos fijos, (3-5 mm) cerca de la médula. En el duramen se observa gran número de canales resiníferos longitudinales.

**Propiedades de secado.**- Con tendencia a rajarse siguiendo la dirección de los anillos de crecimiento y de los radios.

**Propiedades de carpintería.**- De buen comportamiento al trabajo con la sierra, taladro y torno; de regular comportamiento al cepillado y de fácil acabado.

**Propiedades físicas.**- En el Cuadro N° 5 se presenta los datos comparativos de las propiedades físicas del *Podocarpus montanus* con el *Pseudotsuga taxifolia* (Pino oregón).

El peso específico (0.53) basado en peso seco al horno y volumen verde es ligeramente superior al Pino oregón (0.46), asimismo el peso por pie tablar a 36% de contenido de humedad. La relación entre la contracción radial (3.8%) Y la contracción tangencial (7.8%) que denota una contracción desuniforme en estas dos direcciones en contraste con la contracción del Pino oregón que es uniforme.

CUADRO N° 5 - Cuadro comparativo de las propiedades físicas

Propiedades Físicas	<i>Podocarpus montanus</i> (1)	<i>Pseudotsuga taxifolia</i> (2)
1. Contracción (%) (verde a seco al horno)		
1.1 Radial (R)	3.80	5.0
1.2 Tangencial (T)	7.80	7.8
1.3 Relación T/R	2.1	1.56
2. Peso específico		
2.1 Basado en peso y volumen seco	0.56	0.51
2.2 Basado en peso seco al horno y volumen verde	0.53	0.45
3. Peso por pie tablar (grs.)a 36% de contenido de humedad	1,800	1,436

(1) Ensayado en el Laboratorio de Tecnología del Instituto de Investigaciones Forestales- Universidad Agraria, La Molina

(2) Ensayados en el Laboratorio de Productos forestales del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de USA (6)

*Propiedades mecánicas.*- Los resultados obtenidos en el Laboratorio se presentan en el Cuadro N° 6. Haciendo un análisis comparativo, (Cuadro N° 7) resulta que el *Podocarpus montanus* es ligeramente superior al *Podocarpus rospigliosi* en todas las propiedades mecánicas. El *Podocarpus montanus* en comparación con el *Pseudotsuga taxifolia* (Pino oregón) es superior en dureza, compresión perpendicular y tensión perpendicular al grano; es ligeramente superior al módulo de ruptura en flexión estática y cizallamiento; son similares en esfuerzo de las fibras en el límite proporcional, módulo de elasticidad en flexión estática, y en resistencia máxima a la compresión paralela al grano; y es inferior en esfuerzo de las fibras al límite proporcional en compresión paralela.

En relación al *Pinus radiata*, el *Podocarpus montanus* es superior en todas las propiedades mecánicas.

## Conclusiones y Recomendaciones

### I. *Podocarpus rospigliosi*

1. La parte terminal del fuste convenientemente tratada y seleccionada, podría utilizarse en postes por su tronco recto y cilíndrico.
2. Es una madera de textura media a fina, grano recto, de buena trabajabilidad y fácil acabado.
3. De peso específico medio 0.41 más o menos 0.07 similar al Pino oregón.
4. En cuanto a las propiedades mecánicas es superior al Pino insigne y ligeramente inferior al Pino oregón.
5. Se recomienda que la madera sea cortada y secada tan rápido como sea posible una vez tumbado el árbol a fin de evitar el ataque de hongos que producen la mancha azul.
6. Por su alta relación entre la contracción tangencial y radial, se considera una madera de secado moderado. Se recomienda estudios de secado para tener una mayor eficiencia y mínimo de defectos.
7. Usos probables: De acuerdo a los requisitos que deben reunir las maderas según sus usos, el Romerillo macho puede utilizarse en muebles y ebanistería; construcción estructural; obras de interiores; trabajos de carpintería; cajonería; la parte terminal del fuste convenientemente tratada en postes de cercos y rodrigones; juguetería y como materia prima para la fabricación de pulpa de papel (9). Según pruebas efectuadas en la práctica por la firma INUNSA, puede emplearse para encofrados.

Obras interiores: (maderas para puertas, ventanas, zócalos, cielo raso, etc.). Por su buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería; por su textura media a fina y fácil acabado.

Torneado: por su textura fina, de buen acabado y fácil de trabajar.

### II. *Podocarpus montanus*

1. Es una madera de textura fina, de buena trabajabilidad y fácil acabado.
2. Es una madera pesada con peso específico de  $0.53 \pm 0.09$ .
3. En relación a sus propiedades mecánicas es muy superior al Pino insigne y ligeramente superior al Pino oregón.

4. Por su alta relación entre la contracción tangencial/radial se considera una madera de secado moderado. Se recomienda estudios de secado para tener una mayor eficiencia y con mínimo de defectos.

5. Usos probables: Por reunir las características adecuadas, puede emplearse en construcciones estructurales; carrocerías; encofrados; cubiertas de naves y buques; obras de carpintería; mangos de herramientas; muebles y ebanistería; obras exteriores, obras interiores; pisos; obras de torneado y durmientes.

CUADRO N° 6 - Resultados de los ensayos físico - mecánicos de dos especies de Podocarpus

PROPIEDADES	Unidades	Podocarpus Rospigliosi		Podocarpus montanus		Podocarpus Rospigliosi Valores Medios (1)
		Contenido Humedad (%)	Valores promedios obtenidos	Humedad (%) Contenido	Valores promedios obtenidos	
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>						
<i>Peso específico</i>						
Peso seco/volumen seco			0.43		0.56	0.45
Peso seco/volumen verde		27.5	0.41	26.4	0.53	0.40
<i>Contracción</i>						
Radial (R)			3.61		3.81	4.4
Tangencial (T)	%		7.27		7.81	7.3
Relación T/R	%		2.01		2.05	1.66
<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>						
<i>Flexión Estática</i>		27		26		
Esfuerzo de las fibras lim.prop.	(Kg/cm <sup>2</sup> )		253		331	203
Módulo de ruptura	(Kg/cm <sup>2</sup> )		493		681	375
Módulo de elasticidad	(Kg/cm <sup>2</sup> )		84,000		106,900	81,000
Trabajo al lim. Prop	(Kg.cm/cm <sup>2</sup> )		0.04		0.06	0.03
Trabajo a la carga máxima	(Kg.cm/cm <sup>2</sup> )		0.46		0.69	0.3
<i>Compresión Paralela al grano</i>						
Esfuerzo a las fibras lim. prop.	(Kg/cm <sup>2</sup> )	24	154	22	157	142
Resistencia máxima a la compresión	(Kg/cm <sup>2</sup> )		240		327	185
Módulo de elasticidad	(Kg/cm <sup>2</sup> )		88,500		114,100	97,000
<i>Dureza</i>						
Extremo	Kg	25	340	22	520	191
Lados	Kg		225		476	158
<i>Compresión Perpendicular al lim. prop.</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	22	30	22	67	24
<i>Cizallamiento</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	20	62	20	82	53
<i>Tensión Perpendicular al grano</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	20	22	20	39	13
<i>Clivaje</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	22	26	20	44	21
<i>Tenacidad</i>	Kg-m	—	1.55		2.34	1.82

(1) Datos obtenidos en el Laboratorio de Mérida, Venezuela con madera húmeda (7).

CUADRO N° 7 - Comparación de los resultados de las propiedades mecánicas

PROPIEDADES	Unidades	<i>Podocarpus Rospigliosi</i> (1)	<i>Podocarpus montanus</i> (2)	<i>Podocarpus taxifolia</i> (3)	<i>Pinus radiata</i> (4)
<i>Flexion Estatica</i>					
Esfuerzo de las fibras al limite proporcional	(Kg/cm <sup>2</sup> )	442	562	576	372
Modulo de Ruptura	(Kg/cm <sup>2</sup> )	788	1,062	836	657
Modulo de Elasticidad	(Kg/cm <sup>2</sup> )	109,000	136,800	135,600	85,240
Trabajo al limite proporcional	Kg.cm/cm <sup>3</sup>	0.0959	0.1233	—	—
<i>Trabajo a la carga maxima</i>	Kg.cm/cm <sup>3</sup>	0.0493	0.7399	—	—
<i>Compresion paralela al Grano</i>					
Esf. de las fibras limite proporcional	(Kg/cm <sup>2</sup> )	246	235	482	185
Resistencia maxima a la compresion	(Kg/cm <sup>2</sup> )	412	523	533	370
Modulo de Elasticidad	(Kg/cm <sup>2</sup> )	109,700	136,600	—	93,700
<i>Dureza</i>					
Extremos	(Kg)	516	728	303	207
Lados	(Kg)	298	595	349	—
<i>Compresion Perpendicular</i>					
<i>Cizallamiento Paralelo al Grano</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	46.2	204	64.6	—
<i>Tension Perpendicular al Grano</i>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	76.5	101	80	R = 68 T, 76
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	25	44.2	21.7	—

(1) y (2) Valores al 12% de Contenido de Humedad en base a los coeficientes de ajuste del Laboratorio de Productos Forestales del Servicio Forestal. U.S.A. (8).

(3) Datos obtenidos en el Laboratorio de Productos Forestales del Servicio Forestal del Servicio Forestal. U.S.A. ajustados al 12% (6).

(4) Resultados obtenidos en el Instituto Forestal de Chile con muestras con 11% de Contenido de Humedad (Folleto Exportador de Pinus radiata - Chile). R = Radial. T = Tangencial

## Bibliografía

- 1.-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL. ASTM. Standards on wood, wood preservatives, and related materials, specifications methods of testing of terms. Philadelphia, ASTM. 1969. 446 p. (ASTM comunittee D-7).
- 2.-DALLIMORE, W. y JACKSON, A. BRUCE. A handbook of coniferae, including ginkgoaceae. London, Edward Amo1d, 1961. 686 p.
- 3.-LAMPRECHT, H. y LISCANO, C. Estudios sobre la germinación de Podocarpus rospigliosi Pilger y su desarrollo en la juventud. Boletín (Venezuela) N° 2: 41-47. 1957.
- 4.-LAVERS, G.M. The strength properties of timbers. London, Forestry Products Research, Ministry of Technology, 1967. 12 p. (F.P .R. Bulletin N° 50).
- 5.-MACBRIDE, J.F. Flora of Peru. Chicago, Field Museum of Natural History. 1936. v. 13, part 1, 320 p. (FMNH Botanical Series Publication 351).
- 6.-MARKWARDT, LJ. The distribution mechanical properties of Alaska woods. United States. Department of Agriculture, Washington, D.C. Technical Bulletin N° 226. 1931. 80 p.
- 7.-SLOOTEN, H.J. wan der y MARTINEZ E., P. Descripción y propiedades de algunas maderas venezolanas. Mérida, Venezuela, Sección de Documentación y Publicaciones IFLA, 1959. p. irr.
- 8.-USDA. FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook. USDA. Forest Service Agricultural Handbook N° 72. 1955. 528 p.
- 9.-VEILLON, J.P. Coníferas autóctonas de Venezuela, los Podocarpus. Mérida, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, 1962. 156 p.
- 10.-WEBERBAUER. A. El mundo vegetal de los Andes peruanos. Lima. Estación Experimental Agrícola de La Molina. 1945. 776 p.
- 11.-WILLIAMS, LL. Wood of Northeastern Peru. Chicago, Field Museum of Natural History, 1936. v. 15, 587 p. (FMNH Botanical Series Publication 377).