

El desafío del arquitecto en la protección de los bosques del Perú

The challenge of the architect in the protection of the forests of Peru

Luis Takahashi^{1,*}

Recibido: 04 agosto 2020 | **Aceptado:** 22 diciembre 2020 | **Publicado en línea:** 28 diciembre 2020

Citación: Takahashi, L. 2020. El desafío del arquitecto en la protección de los bosques del Perú.

Revista Forestal del Perú 35(2): 94-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1578>

Resumen

La gran diferencia entre los bosques tropicales amazónicos y los bosques de climas templados y fríos es que en los primeros existen miles de especies de árboles que conviven en un medio ecológico complejo y variado, mientras que en los segundos hay pocas especies que forman bosques homogéneos y fáciles de manejar. La gran variedad de especies forestales presentes en los bosques tropicales inicialmente se considera como un obstáculo, esto debido a su complicada extracción, lo cual, junto con el uso de maderas con propiedades disímiles y el tratamiento industrial que esto implica, lleva a afirmar de forma equivocada que este bosque no sirve, especialmente porque la mayoría de las especies tropicales son muy diferentes a las de los bosques templados, por lo tanto, se desprecian y se destruyen. En realidad, esa gran diversidad arbórea se convierte en una bendición al tener árboles que presentan maderas con propiedades naturales aptas para muchísimos usos. La experiencia de los últimos 40 años demuestra que las especies forestales antes ignoradas hoy se exportan y son consideradas entre las más valiosas. En el presente artículo se señala que la clave de la salvación del bosque es otorgarle el valor económico a todas las especies, con lo cual el rol del arquitecto promotor del uso de la madera en construcción (no decoración) es esencial.

Palabras clave: maderas tropicales, valor económico, construcciones con madera, economía forestal

¹ Colegio de Arquitectos del Perú (CAP), Lima, Perú.

* Autor de Correspondencia: takahashiluis@yahoo.com

Abstract

The big difference between the Amazon rainforest and the forests of temperate and cold climates is that in the former there are thousands of species of trees that coexist in a complex and varied ecological environment, while in the latter there are few species that create homogeneous and easy-to-manage forests. The wide variety of species is initially considered an obstacle to its use because it complicates its extraction, the use of woods of dissimilar properties and the industrial treatment that this implies, for this reason it is said that this forest does not serve, especially since most species very different from those of temperate forests are considered useless, therefore, are despised and destroyed in the forest. But in reality, this great variety is a blessing because you have trees with woods of natural properties suitable for many different uses in which different properties are needed. And the experience of the last 40 years shows this because species previously ignored today are exported and considered among the most valuable. For this reason, in this article it is a question of pointing out that the key to forest salvation is to give economic value to all species and in this task the role of the architect promoting the use of wood in construction (not decoration) is essential.

Key words: tropical woods, economic value, constructions with wood, forest economic

Introducción

Este artículo está dirigido a los arquitectos, a quienes considero los actores más importantes para evitar la destrucción y desaparición de nuestro bosque amazónico, y sus miles de especies vegetales y animales, lo cual es de suma importancia para lograr que no se altere el ecosistema global.

Cuando en 1957 ingresé a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), me realizaron una encuesta donde me preguntaron qué pensaba hacer a favor del desarrollo de la arquitectura, a lo cual contesté automáticamente que lo que yo esperaba era contribuir a que en los próximos cincuenta años la gente tuviera las mejores condiciones para adquirir y vivir en casas confortables, y que hoy en día pienso que es posible usando madera para construir dichas casas.

Luego que egresé de la Facultad de Arquitectura tuve la oportunidad de estudiar con la primera promoción de ingeniería forestal de la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM), donde logré conocer la madera técnicamente. Mi interés en el estudio de la madera se dio porque mientras era estudiante de arquitectura, tuve la oportunidad de diseñar y construir mi primera vivienda y decidí hacerla con estructuras de madera, la cual prefabricué en Lima y durante un fin de semana

la instalé en Tarma (Junín), comprobando lo fácil que era hacerlo incluso con operarios que desconocían totalmente ese trabajo (Takahashi 1967).

Había escogido a la madera por una inclinación natural hacia ese material, ya que fui aficionado a la carpintería desde mi época de colegial, y porque el propietario era japonés y prefería la construcción con madera.

Por esa razón, después de 10 años de practicar la arquitectura convencional, decidí dedicarme íntegramente a construir con madera usándola como material principal, aunque en esa época la única especie utilizable en estructuras era el pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), ya que localmente de las especies tropicales solo se conseguía el cedro (*Cedrela* spp.) y la caoba (*Swietenia macrophylla*) en pequeñas dimensiones. Además, aunque en ese tiempo el reglamento de construcción prohibía construir edificios permanentes con estructuras de madera, y se tardó casi 10 años para cambiar esa norma, se construyó de esa manera porque dicho reglamento aún no se aplicaba en esa provincia.

En los años siguientes empezaron a comercializarse otras especies de madera como el tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) (Takahashi 1968) y el lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*), especies que son excelentes como ma-

teriales estructurales. Luego se añadieron más especies en la construcción, pero la gran variedad restante de especies se ha continuado destruyendo porque supuestamente no sirven para esa labor.

Sin embargo, esos pocos ejemplos demostraron que especies desconocidas en realidad eran útiles y valiosas, y hoy en día nadie debería desaprovecharlas. Por ello, es fundamental que los arquitectos ayuden a valorizar muchas más especies de uso maderable, porque de lo contrario, estas serán destruidas. Además, es importante entender que cualquier árbol vale más que el maíz o la coca que la reemplaza.

Situación actual de los bosques naturales

Hasta hacen menos de 100 años en el Perú se extraía madera principalmente del bosque tropical seco de la costa norte (Piura y Tumbes) y del bosque tropical amazónico en general. Actualmente, los bosques cubren el 60% de nuestro territorio, pero al día de hoy en el bosque seco ya casi no existe árboles maderables, y el bosque húmedo tropical está en camino a desaparecer, si no se toman medidas al respecto (Brack y Mendiola 2004).

El bosque seco contenía pocas especies de árboles (no más de cuatro) de lento crecimiento y de altas densidades y dureza, por eso fue sobreexplotado para la elaboración de pisos, pero lamentablemente no se facilitó la regeneración natural ni se hicieron reforestaciones. Hoy prácticamente estas especies valiosas no existen.

El bosque húmedo tropical que contiene más de 2 400 especies forestales maderables está siendo destruido por la sub utilización de la madera ahí contenida (Cermak y Lloyd 1962, Barrantes y Trivelli 1996, Inrena 2008, IIAP 2009), debido a que menos del 3% de la madera que se extrae es utilizada para mueblería y decoración, mientras el resto de especies se considera inservible, por lo que el extractor abandona el lugar de explotación dejando los caminos construidos para sacar árboles, por los cuales llegan los agricultores nómadas para

hacer algún tipo de agricultura a través de quemadas y posterior siembra (Inrena 1999).

Ese pequeño porcentaje de madera extraída, que tiene valor comercial, es más fácil de secar de forma natural, sin ninguna tecnología, y se utiliza especialmente en mueblería por la industria forestal. El 97% de especies restantes requieren de cierta tecnología de secado o de algunos equipos industriales para tal fin (Quirós *et al.* 2005), y eso es lo que la mayoría de los comerciantes de maderas no implementa aún. Se podría considerar que una vez convenientemente secadas, todas las especies maderables son útiles (Tesoro 1987; Foncodes 1998; Takahashi 1967, 2015), y muchas tienen características técnicas superiores a las tradicionalmente usadas (Malmanger 2003).

Actualmente se extraen menos de nueve árboles por hectárea para la industria maderera, el resto de árboles que es de alrededor de 291, se abandonan porque supuestamente no presentan valor comercial (Malleux 1982, Puts *et al.* 2012).

Si a todos esos árboles se les diera un valor igual que a un cedro o un tornillo, con toda seguridad nadie los quemaría. Es decir, la razón de la destrucción del bosque es por una ignorancia tecnológica que no permite asignarle el valor económico a maderas tan útiles como las que hoy se extraen. Dos árboles que terminarían quemados valen más que una hectárea de maíz.

¿Cómo es que extrayendo más árboles se evitará la destrucción del bosque?

En el Perú los árboles se consideran recursos naturales de propiedad del estado, y no se puede disponer de ellos sin un permiso o concesión (Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 2011). Entonces, para que un industrial de la madera inicie la extracción de los árboles “valiosos” en una zona del bosque, debe obtener una concesión en esa área por un tiempo determinado, en la cual primero hace una exploración y un inventario de los árboles que extraerá, con esa información hace un plan de

aprovechamiento que tiene que ser aprobado específicamente. Posteriormente construye trochas o caminos forestales que le permitan ingresar con un tractor para arrastrar los troncos hasta el río o camino público más cercano. Luego de extraer esos pocos árboles abandona el lugar y repite el proceso en áreas adyacentes. Entonces los agricultores nómadas aprovechan esos caminos abandonados para ingresar a la zona, quemar los árboles que quedan y hacer algún sembrío.

Esto aclara el hecho de que esos agricultores nómadas son los que destruyen más de 200 000 ha de bosque cada año, y no son los madereros directamente, pero estos últimos si son responsables de modo indirecto por abandonar el área que les concedieron (IIAP 2009). Hasta hace 20 años, en estas concesiones para extraer árboles del bosque tropical, se otorgaban 1 000 ha para explotar y por solo un año, como este tipo de concesiones no se alentaba a que un extractor se preocupara en reforestar, entonces el sistema se modificó a concesiones de 40 000 ha por 40 años renovables, con la idea de que así existiría un incentivo para reforestar, debido a que podrían cosechar los nuevos árboles cuando estos maduren (Inrena 1996, 2008; Smith *et al.* 2006).

Esta idea tampoco funciona porque como se considera que el 97% de los árboles no extraídos no sirven, el extractor prefiere seguir trabajando en otras áreas y se olvida de la reforestación y del cuidado posterior. Pero si supiera que casi todos esos árboles tienen un alto valor comercial, no los abandonaría y trataría de protegerlos para regresar a los pocos años y continuar cosechando todos los que ya han llegado a la madurez.

Se puede programar el aprovechamiento del bosque extrayendo alrededor de 20 árboles maduros de cada hectárea. Si se explotan alrededor de 1 000 ha en cada parcela anual se puede regresar a ese mismo lugar en pocos años cuando otros 20 árboles maduren (Ramírez *et al.* 2009), mientras tanto se continuará extrayendo en áreas adyacentes, haciendo un ciclo rotativo dentro de los 40 años que dura

la concesión, donde la mayoría de los nuevos árboles regenerados alcancen su madurez, con lo cual, la rotación puede hacerse en muchos menos años y se podrá ampliar el plazo porque habrán nuevos árboles para extraer. Con ello se cuidará de que nadie destruya ese bosque y se pueda tener una industria instalada en el mismo bosque por tiempo indefinido.

Además, la regeneración será natural con las mismas especies de los árboles extraídos y como el resto del bosque no se toca, el lugar se perturbará muy poco al no eliminar la flora y fauna del bosque, alterando mínimamente la ecología del lugar (Nebel *et al.* 2000, Morales y Vinicius 2003, Araujo-Murakami *et al.* 2005, Mostacedo, 2005, Mostacedo *et al.* 2006, Gibson *et al.* 2011).

El mercado para la mayor extracción

Actualmente son despreciadas muchas especies forestales por los industriales madereros, debido a que estas especies aún no tienen un mercado ni presentan un valor comercial. Por lo tanto, se necesita de un mercado como el de la construcción, pero no el de la decoración o mueblería, que ya existe, sino el de la construcción de estructuras que es el que más madera consume. Este mercado es, además, el menos exigente a los aspectos estéticos de la madera, factor que descarta muchas especies en la mueblería.

En el Cuadro 1 podemos observar que la extracción de alrededor de 20 árboles por hectárea constituye un negocio rentable, ya que esto equivale a cerca de 24 m³ de madera por hectárea, los que, si son tratados *in situ* con procesos industriales básicos como aserrío (Peraza 2001, Álvarez *et al.* 2003, Arreaga 2007, Arroyo 2010) y secado, corte de chapas y listones, significa un valor de venta mínimo de US\$ 7 680/ha/año.

Este ingreso anual es más de tres veces lo que obtienen los sembradores de coca en áreas similares. Además, ese ingreso permite amortizar equipos de extracción y la instalación de un aserradero junto con secadoras, re aserra-

Partidas	Cálculo para un módulo de 40,000 has con 8,000 has de producción y 32,000 has para fines comerciales, con una extracción anual de 1,000 has/año y una rotación de 20 años	Producción		Trozos en planta		Madera aserrada secada y dimensionada		Chapas y listones		
		Extracción de árboles /ha	Volúmen de madera en troza m ³ /ha	Producción anual m ³ /año	valor mínimo de trozas en planta considerando el 90% del fuste comercial US\$63/m ³	Total de puestos de trabajo creados por la extracción	Valor mínimo de madera aserrada considerando el 25% del volúmen de las trozas US\$800/m ³	Total de puestos de trabajo adicionales creados por el aserrio	Valor mínimo de chapas y listones considerando el 10% del volúmen de las trozas US\$1,200/m ³	Total de puestos de trabajo adicionales creados por el chapcado
		20	24	24,000	1'360,800	108	4'800,000	72	2'880,000	48
		7 680,000								
		228								
		Total de ingresos anuales US\$								
		Total de puestos de trabajo creados								

Cuadro 1. Rendimiento económico de la madera del bosque amazónico.

doras y otros valorizados en alrededor de US\$ 2 500 000 en menos de 5 años.

Si en esas instalaciones se continua el procesamiento de industrias secundarias y se fabrican vigas laminadas, tableros enlistonados y contrachapados el valor de venta se incrementará varias veces (FAO 1966, 2009; JICA 2003), y no debemos olvidar que los sobrantes de esos procesos sirven como insumos para otros productos.

Todo esto demuestra lo rentable que es instalar industrias de conversión al lado del recurso forestal (Kometter 1981), además, hay que considerar que el costo por el transporte hacia los mercados de esos productos ya secos, equivaldría a la tercera parte de lo que cuesta transportar la madera húmeda, como hoy se practica.

Actualmente se llevan las trozas recién cosechadas hasta un aserradero de una ciudad intermedia antes colocarla en el mercado final. Esa madera se encuentra llena de agua de modo que 1 m³ de una madera como el tornillo cuando esta seca pesa 450 kg/m³, en cambio, en troza puede llegar a pesar hasta 1 200 kg/m³ cuando esta sin secar. Entonces, cuando la madera ya aserrada se transporta húmeda al mercado, se gasta casi tres veces más en fletes que transportarla seca.

En resumen, valorizar todas las especies maderables del bosque es la mejor opción para protegerlas. Además, la viabilidad de este planteamiento está comprobada debido a que las especies que 40 años antes se quemaban por ser inservibles, hoy se usan localmente o se exportan previo secado según las especificaciones de los compradores externos (p.ej. tornillo, huairuro, shihuahuaco, etc.).

En nuestro mercado interno se ha perdido la cultura del uso de la madera, la cual era muy difundida y empleada extensivamente hasta hace alrededor de 100 años, pero que se ha ido eliminando con la introducción del concreto y el uso de materiales calificados de "nobles".

Al no existir esa cultura de la madera, no existe tampoco la exigencia del comprador, y por eso hasta el día de hoy, tenemos unos de los

pocos mercados en el mundo donde se vende madera húmeda sin procesar (equivalente a vender tierra en lugar de ladrillos), haciendo muy difícil su uso de forma masiva por el consumidor en general.

Esto está cambiando lentamente debido a la exportación de madera procesada y por el consumo de madera procesada importada (p. ej. *Pinus radiata*) que muestra al consumidor la diferencia y ventajas de usar madera secada.

La única manera de romper la situación anormal actual es que el mercado exija productos de madera procesada, de modo que la industria maderera actual implemente instalaciones donde se procese la madera (secado, dimensionado) para atender a los compradores locales. Ese mercado lo pueden crear los arquitectos, al especificar para sus construcciones solo maderas procesadas. Así se ampliará el número de especies de árboles con valor comercial hasta llegar al volumen que justifique hacer instalaciones industriales permanentes en los mismos bosques, evitando la entrada de agricultores nómadas en esas áreas y permitiendo la reforestación y cuidado de los árboles jóvenes.

Ventajas arquitectónicas y constructivas de la madera

A. Propiedades físicas y químicas de la madera

1.- A diferencia de muchos otros materiales de construcción, la madera no se corroe, no es afectado por el agua de mar o ambientes húmedos y/o corrosivos (Figura 1). Por ello, es ideal para las construcciones marinas.

2.- Su baja conductibilidad térmica reduce los costos de aislamientos y calefacción en zonas muy frías.

3.- Contra la creencia popular, ya se conoce que la madera es el material más resistente ante el calor de los incendios. El fuego produce dos efectos en los materiales: estos reaccionan químicamente desprendiendo gases combustibles quemándolos y reaccionan físicamente con una mayor o menor resistencia mecánica



Figura 1. Resistencia de la madera a la humedad. Foto de Luis Takahashi.

ante el incremento del calor aplicado a los elementos estructurales. Mientras que el acero disminuye a casi a la mitad su resistencia cuando llega a una determinada temperatura en la que la madera empieza a arder, a esa misma temperatura la madera mantiene su resistencia, además la madera al hacerse más seca, aumenta su resistencia mecánica y puede resistir largas horas expuesta a un incendio (SP Technical Research Institute of Sweden 2010) Además, las estructuras de madera solo fallan por el consumo del material por combustión (AITIM 2014), por lo que se puede prever y calcular el tiempo en que la edificación se mantendrá en pie.

4.- Debido a su alta resistencia natural a la flexión, la madera es poco afectada por los movimientos sísmicos, con lo que ocasionaría un menor daño a los habitantes de las casas hechas de madera. Además, debido a su poco peso resulta en menores esfuerzos horizontales, porque los esfuerzos sísmicos a que se somete la construcción equivalen al 50% de los pesos verticales.

B- Ventajas económicas

1.- En la Amazonia la madera es el principal material de construcción, siendo el recurso más abundante del país, por lo tanto, es el más económico.

2.- Construir con madera en la sierra y en la costa también es más económico, porque los elementos constructivos de madera tienen un peso equivalente de 10 a 3 veces menor que el concreto armado y el acero usados en los mismos elementos de un edificio, lo que ocasiona que el costo del transporte de los materiales de madera se reduzca en esa proporción. Por ejemplo, la madera de shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) pesa 860 kg/m^3 , el concreto armado pesa alrededor de $2\,500 \text{ kg/m}^3$ y el acero $7\,850 \text{ kg/m}^3$. Una viga para una luz de 3 m, soportando la misma carga, cuando es de concreto armado de $0,15 \times 0,20 \text{ m}$ pesa 225 kg, si es de acero de $0,02 \times 0,10 \text{ m}$ pesa 47 kg, y si es de madera de shihuahuaco de $0,05 \times 0,14 \text{ m}$ pesa 18 kg.

3.- Las construcciones de madera, cuando son de menos de tres pisos, por su poco peso

no requieren de cimentaciones amplias y profundas, pueden estar simplemente apoyadas sobre pequeñas zapatas de nivelación sobre un terreno firme, con el consiguiente ahorro y facilidad de construcción.

4.- Debido a que toda la construcción con elementos de madera se realiza en condición seca, no se requiere de una tecnología para preparar el material antes de usarlo, simplemente hay que unir piezas.

5.- La madera es el material ideal para la auto construcción porque no requiere de conocimientos técnicos ni de equipos o herramientas especiales, una persona con un mínimo de práctica puede hacer una construcción, además, se pueden corregir los errores sin pérdidas de material (Figura 2 y 3).

6.- Una ventaja de la madera es que requiere menos del 10 % de energía para convertir el recurso (tronco) en un elemento constructivo (poste o viga), a diferencia de otros materiales equivalentes.

7.- Las construcciones de madera se pueden trasladar o reusar al 100 %.

C- Ventajas ecológicas

1.- El recurso de la madera son los árboles y estos pueden ser renovados por la regeneración natural y creados por la forestación aún donde no existen.

2.- Los arboles jóvenes para su crecimiento requieren de carbono y lo absorben de la atmosfera, disminuyendo el efecto invernadero.

3.- Debemos resaltar que el Perú tiene el quinto bosque natural tropical más grande del mundo con cerca de los 65 millones de ha, y posee 25 millones de hectáreas más de tierras aptas solo para plantar árboles, con lo que podemos crear recursos maderables en donde hoy no existen.

4.- En el Perú, donde las lluvias producen deslizamientos en las laderas de las montañas ("huaicos") porque no tienen una vegetación que las protejan, crear bosques con una reforestación artificial resolvería dos problemas en



Figura 2. Montaje manual de vigas de 16 m. Foto de Luis Takahashi.



Figura 3. Montaje manual de viga de 13 m. Foto de Luis Takahashi.

simultáneo: por un lado, las copas y las raíces de los árboles protegen el suelo y regulan las filtraciones y corrientes de agua provenientes de las lluvias, y por otra parte, crean fuentes de materiales de construcción allí donde estas no existen.

5.- Los árboles y la madera son 100% renovables y reusables, y la madera que se descarta es totalmente biodegradable. Y las partes y residuos de madera que no se usen son totalmente biodegradables.

6.- Dado que la construcción con madera consiste en unir piezas independientes del material, siempre es posible desarmarlo completamente para reusarlo en otra construcción o para otros propósitos, esto permite una arquitectura verdaderamente sustentable donde la creación del recurso, su conversión en elementos constructivos y su reciclaje implican el menor uso de la energía contaminante.

7.- Los bosques constituyen un ambiente más cálido y amigable al entorno humano, por lo que promover el establecimiento de bosques en lugares donde hoy no existen, lograría que

espacios hostiles se vuelvan apreciados por las poblaciones humanas. Esta forestación permitiría que zonas eriazas de la sierra y costa del Perú se conviertan en ecosistemas amigables y productivos para el ser humano.

Conclusiones

Del análisis presentado se deduce que el negocio maderero es uno de los más rentables para el desarrollo económico y social del Perú. Asimismo, si los arquitectos emplearan la mayor cantidad de maderas para la construcción de sus proyectos, muchas especies forestales hoy despreciadas por la industria maderera y destruidas por la quema de bosques, tendrían un valor comercial superior a cualquier cultivo utilizado por la agricultura migratoria (los terrenos de esos bosques no son aptos para la agricultura sostenida, ya que se degradan en pocos años).

La experiencia de los últimos 50 años demuestra que las especies forestales antes despreciadas y destruidas, hoy son las más buscadas precisamente por sus propiedades

finalmente descubiertas, como fue el caso del tornillo y el shihuahuaco, derivando en un alto valor comercial. Por lo tanto, si un árbol tiene valor comercial ya no es destruido ni desaprovechado.

La experiencia de las carpetas escolares de 1998 (Foncodes 1998) demostró que, si el gobierno implementa programas de construcciones usando estructuras de madera, se pueden introducir muchas especies nuevas, siempre y cuando los centros de investigación estudien y produzcan la información técnica necesaria para el uso correcto de la madera.

Además, se requiere completar las normas de construcción con este material, para lo cual es necesario que arquitectos, ingenieros calculistas e ingenieros forestales aporten sus conocimientos para establecer las reglas adecuadas de construcción con nuestras maderas. Un intento fue promovido por el proyecto PADT REFORT de desarrollos tecnológicos del Acuerdo de Cartagena, que financió la construcción de un grupo de viviendas en la región tropical del país, pero que lamentablemente no se concluyó por el abandono del proyecto.

Bibliografía

- AITIM (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera, España). 2014. Protección de la madera: estructuras de madera y el fuego. 464 p.
- Álvarez, D; Andrade, F; Chávez, P; Estévez, I; García-Delgado, JM. 2003. Análisis matemático para elevar la eficiencia de los aserraderos con sierras de banda. *Revista Chapingo (Serie Ciencias Forestales y del Ambiente)* 9(1):89-94.
- Araujo-Murakami, A; Cardona-Peña, V; De la Quintana, D; Fuentes, A; Jorgensen, PM; Maldonado, C; Miranda, T; Paniagua-Zambrano, N; Seidel, R. 2005. Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del río Quendeque Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3):304-324.
- Arreaga, JG. 2007. Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos del municipio de Flores, Peten. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 55 p.
- Arroyo, F. 2010. Factor de conversión en aserrío para trozas de eucaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) de una plantación agroforestal en el valle del Mantaro. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Unalm. 71 p.
- Barrantes, R; Trivelli, C. 1996. Bosques y madera: análisis económico del caso peruano. Lima, Perú, IEP. 121 p. (Colección Mínima IEP, n.º 35).
- Cermak, FI; Lloyd, AH. 1962. El transporte de madera apeada en los trópicos. *Unasylya (Suplemento)* 16(64):s.p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italia). 1966. La madera: tendencias y perspectivas mundiales. *Unasylya* 20(80):s.p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2009. Los bosques y la economía: 10 millones de nuevos empleos (en línea, sitio web). Consultado 01 Feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/news/story/es/item/10492/icode/>.
- Gibson, L; Ming Lee, T; Pin Koh, L; Brook, BW; Gardner, TA; Barlow, J; Peres, CA; Bradshaw, CJA; Laurence, WF; Lovejoy, TE; Sodhi, NS. 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478:378-381. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature10425>.
- CEPID (Centro de Estudios de Proyectos de Inversión y Desarrollo, Perú). 1984. Factibilidad industrial: Iberia-Iñapari (micro región I). Lima, Perú, UNALM. 548 p.
- Foncodes (Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, Perú). 1998. Núcleo ejecutor del segundo programa de mobiliario escolar y de la reactivación de micro y pequeña empresa de la madera. Términos de referencia. Convenio 1769-97. Lima, Perú.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2009. Mapa de deforestación

- de la Amazonia peruana-2000: Memoria descriptiva. Lima, Perú, Minam. 20 p.
- Inrena (Instituto Nacional de Recursos Naturales, Perú). 1996. Manejo forestal del bosque nacional Alexander Von Humboldt: Síntesis del plan de manejo. Lima, Perú. 114 p.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, Perú). 1999. Proyecto PD 18/94(F)-OIMT. Plan de manejo forestal participativo en la comunidad nativa aguaruna bajo naranjillo-Rioja-San Martín-Perú. Proyecto desarrollo forestal participativo en la región del Alto Mayo para el manejo sustentable de los bosques húmedos tropicales-DEFORPAM.
- Inrena (Instituto Nacional de Recursos Naturales, Perú). 2008. Perú forestal en números: año 2007. Lima, Perú, CIF. 91 p.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2003. Estudio sobre cadenas productivas seleccionadas en la República Argentina: industria de la madera y el mueble. Buenos Aires, Argentina. 208 p.
- Kometter, R. 1981. Desarrollo de una metodología para la determinación de las posibilidades económicas en bosques mixtos tropicales húmedos. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Unalm. 124 p.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre n.º 29763. Diario Oficial El Peruano. Perú. 22 jul. 2011.
- Malmanger, N. 2003. Modificación de la madera con alcohol de furfuryl. s.l., AITIM. p. 40-42. Boletín de Información Técnica N° 206.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima, Perú, UNALM. 414 p.
- Morales, K; Vinicius, T. 2003. Amazon rainforest: biodiversity and biopiracy. Student BMJ (13):386-387.
- Mostacedo, B. 2005. Avances y necesidades de la ecología forestal en Bolivia: estudios de caso en la Chiquitania y Amazonia. Ecología en Bolivia 40(2):1-4.
- Mostacedo, B; Balcázar, J; Montero, JC. 2006. Tipo de bosque, diversidad florística en la Amazonía del suroeste de Bolivia. Ecología en Bolivia 41(2):99-116.
- Nebel, G; Kvist, LP; Vanclay, J; Vidaurre, H. 2000. Dinámica de los bosques de la llanura inundable de la Amazonía peruana: efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. Folia Amazónica 11(1-2):65-97.
- OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Japón). 2008. Reseña anual y evaluación mundial de las maderas. Yokohama, Japón.
- Peraza, F. 2001. Protección preventiva de la madera. Asociación de Investigación técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. Madrid. Madrid, España.
- Puts, FE; Zuidema, PA; Synnott, T; Peña-Claros, M; Pinard, M; Sheil, D; Vanclay, JK; Sist, P; Gourlet-Fleury, S; Griscom, B; Palmer, J; Zagt, R. 2012. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. Conservation letters (5):296-303. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x>
- Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera provenientes de plantaciones forestales. Agronomía Costarricense 29(2):7-15.
- Ramírez, H; Acevedo, M; Ataroff, M; Torrez, L. 2009. Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en un bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. Ecotrópicos 22(2):46-63.
- Smith, J; Colan, V; Sabogal, C; Snook, L. 2006. Why policy reforms fair to improve logging practices: the roll of governance and norms in Perú. Forest Policy and Economics 8(4):458-469.
- SP Technical Research Institute of Sweden. 2010. Fire safety in timber buildings: technical guideline for Europe. Estocolmo, Suecia. 140 p.
- Takahashi, L. 1967. Estudio comparativo de uniones clavadas y encoladas-clavadas de quinilla colorada. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Unalm. 100 p.

Takahashi, L. 1968. Industrias forestales planta de aserrío. Tesis Arq. Lima, Perú, UNI. 34 p.

Takahashi, L. 2015. El potencial maderero y la ecología de los bosques amazónicos del Perú. Lima, Perú, PUCP. p. 117-136.

Tesoro, F. 1987. Utilización de maderas tropicales en el sector construcción en los países de la ASEAN. Unasyva 39(156): s.p.