

Consumo de leña y estimaciones del valor calorífico de especies de plantas utilizadas por las comunidades campesinas de la cordillera del Vilcanota, Cusco

Consumption of firewood and calorific value estimation of plant species used by farmers communities of the cordillera Vilcanota, Cusco

Juan E. Gil-Mora¹, Jesús A. Baca-Flores² & Modesta E. Álvarez-Moscoso³

¹Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura, 733, Cusco, Perú. E-mail mundoandino2005@yahoo.es

²Departamento Académico de Física; Facultad de Ciencias. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura, 733, Cusco, Perú

³Escuela Profesional de Biología; Facultad de Ciencias. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura, 733, Cusco, Perú

Resumen

A pesar de que la vegetación arbórea y arbustiva leñosa se halla intervenida y deteriorada en la zona altoandina, existen especies como fuentes de energía. El estudio se desarrolló en 12 comunidades campesinas localizadas en las microcuencas de los ríos Patacancha (Ollantaytambo-Urubamba) y Lares (Lares-Calca); han sido identificadas 56 especies nativas empleadas como leña; estas especies son utilizadas por las comunidades campesinas ubicadas por encima de 3,200 msnm en la cordillera del Vilcanota. El requerimiento comunal de leña y energía es de 1.754 kg. de combustible por persona al día; esto implica un consumo en valores de energía de 12,170.88 kJ/kg, lo que significa un consumo de 0.0227 GJ persona/día. El 62.71% del combustible utilizado por las comunidades altoandinas proviene de bosques nativos, el 13.97%, de la bosta de ganado y el 23.3% del eucalipto. Si esta demanda es comparada con la oferta de leña existente en los bosques nativos, se concluye que existe un déficit de oferta de energía por parte de la biomasa vegetal existente en los bosques montanos altoandinos. Se han identificado especies de interés para la recuperación de los bosques altoandinos, como las que pertenecen a los géneros: *Polylepis*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Duranta*, *Citharexylum*, *Vallea*, *Berberis*, *Myrcianthes* que poseen un alto poder calorífico que fluctúa entre 11,500 y 12,500 KJ/kg.

Palabras clave. Bosque montano, bosta, densidad, energía, humedad.

Abstract

Despite the fact that the woody and shrub vegetation in the high Andean zone is intervened and therefore deteriorated, there still are species as energy sources. The study was carried out in 12 peasant communities located in the micro-basins of the Patacancha (Ollantaytambo-Urubamba) and Lares (Lares-Calca) rivers. There had been identified 56 native species used as firewood; which are used by peasant communities located above 3200 masl in the Vilcanota mountain range. Community firewood and energy requirement is 1.754 kg of fuel per person per day; implying values of energy consumption of 12,170.88 kJ/kg, meaning a consumption of 0.0227 GJ person/day. 62.71% of the fuel used by the high Andean communities comes from native forests, 13.97% from cattle dung and 23.3% from eucalyptus. If this demand is compared with the supply of firewood existing in the native forests, it is concluded that there is a deficit of energy supply by the existing plant biomass in the high Andean montane forests. There have been identified interest species for high Andean forests recovery, such as those belonging to *Polylepis*, *Escallonia*,

- *Hesperomeles*, *Duranta*, *Citharexylum*, *Vallea*, *Berberis*, *Myrcianthes* genus, which have a high calorific value fluctuating between 11,500 and 12,500 KJ/kg.

Key words. Density, energy, humidity, manure, montane forest

Introducción

Los bosques andinos, materia de nuestro estudio, han sido analizados por diversos autores, De Rutté (2014), señala que los bosques de neblina de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes son ecosistemas con una diversidad biológica única; son parte de los ecosistemas más amenazados por la deforestación y el cambio climático (Kessler & Driesch, 1993). De otro lado, el Mapa de cobertura vegetal del Perú (MINAM, 2012) a la vegetación estudiada en las comunidades altoandinas lo denomina como “bosque húmedo de montaña” que se extiende a través de todo el flanco oriental andino, desde el pie de montaña hasta aproximadamente 3,000 a 3,800 msnm y distingue tres estratos con una composición florística representativa dentro de la categoría de Bosques montanos: El piso inferior (<1,500 msnm), piso medio (1,500-2,500 o 2800) conocido como bosque de neblina y el piso superior (>2,500 o 2,800 msnm), como también lo especifica Portuguez et al. (2012).

Según ECOBONA (2009), una parte importante del paisaje andino lo constituye el bosque andino, que es un ecosistema frágil caracterizado por su alto grado de diversidad biológica, cuya singularidad es única. Los ecosistemas forestales andinos se encuentran entre los más diversos y amenazados ecosistemas terrestres (Toyvonen, 1990; Etter y Villa, 2000). Son reconocidos como un hotspot principal a escala global (Orme et al., 2005) y representan una prioridad para la

conservación por su extraordinaria riqueza y endemismo y porque varias de sus especies constituyentes están siendo severamente amenazadas (Aubad et al., 2008).

Según FAO y PNUMA (2020); los bosques se encuentran sujetos a numerosas perturbaciones naturales (incendios forestales, enfermedades, fenómenos meteorológicos adversos) que pueden afectar negativamente a su salud y su vitalidad al causar la mortalidad de los árboles o reducir su capacidad de proporcionar todos los bienes y servicios. Igualmente, esta entidad sostiene que la expansión agrícola sigue siendo la principal causa de la deforestación y la fragmentación de los bosques y de la pérdida de biodiversidad forestal asociada.

Tal como señala el informe de la situación en materia de leña en los países en desarrollo (FAO, 1981 y 1983), los Andes constituyen una de las regiones del planeta donde la escasez de leña es más aguda; siendo las regiones altiplánica y altoandina las que registran las mayores penurias, son en estos espacios donde los recursos de leña se han agotado a tal punto que la población ya no está en condiciones de satisfacer sus necesidades mínimas (Lara, 1982; Ocaña, 1994); análogamente a estos reportes, en las comunidades estudiadas que se hallan ubicadas por encima de los 3,600 o 4,000 msnm, el déficit de material energético es crítico y no llega a abastecer las necesidades más urgentes, especialmente si de leña se trata (Gil-Mora, 2000 y 2002); por lo tanto, es substituido por otros elementos como la bosta de ganado (vacuno, ovino y camélidos-

sudamericanos) generados en la propia comunidad y/o la leña de eucalipto, proveniente de otras zonas.

Referido a especies andinas utilizadas por las poblaciones para satisfacer las demandas básicas, existen diversos estudios como los de Morlon (1980), Anson y Van Dam (1986), Desarrollo forestal participativo (1992) y el de Lojan (2003) que enfocan los servicios ambientales de las especies forestales nativas, entre ellos, la leña y madera; sin embargo, no vinculan los estudios con el poder calorífico de las especies.

De otro lado, los bosques naturales en los andes son recursos renovables que pueden dar una producción permanente de bienes y servicios ecosistémicos (FAO, 1983; Pretel, 1985). El uso intensivo que se le da al suelo, tanto para la agricultura como para la ganadería, ha producido el empobrecimiento de los suelos y la erosión, a pesar de ello, el campesino sigue cultivando en las laderas y en suelos marginales (Geist & Lambin, 2001).

Los bosques altoandinos, son además uno de los ecosistemas menos conocidos y más amenazados en los trópicos (Stadtmüller, 1986; Gentry, 1995; Ataroff y Rada, 2000; Kessler 2000; Bubb et al., 2004; Price et al., 2011) como consecuencia, principalmente, de las altas tasas de deforestación y degradación debidas a la expansión de actividades agropecuarias.

Las comunidades campesinas de los altos andes, ubicadas en la cordillera del Vilcanota requieren productos del bosque como fuente de energía, la leña es proveniente de bosques relictos de *Escallonia*, *Polylepis*, *Gynoxys*, *Buddleja*, *Alnus*, *Citharexylum*, *Myrcianthes*, *Weinmannia*, *Myrica*, *Duranta*, etc; esta demanda agota la oferta de bosques nativos.

La finalidad del estudio es determinar la

-naturaleza de los distintos tipos de formaciones forestales y la demanda de leña como la importancia de las comunidades altoandinas dependientes de la leña, necesidades individuales de leña, estimadas a partir de la información disponible sobre el consumo energético.

La preocupación que se tiene sobre los bosques remanentes en los altos Andes, apuesta por una utilización sostenible de la vegetación; junto a los actores sociales de 12 comunidades campesinas se han identificado los problemas respecto del uso de las principales especies utilizadas como leña; se ha efectuado un análisis sobre la biomasa vegetal y la oferta de los bosques naturales de la energía disponible, calculándose la humedad y contenido calorífico de las especies utilizadas como leña y se reporta la demanda de leña utilizada por las comunidades de la cordillera del Vilcanota, donde aún existen bosques nativos.

Materiales y métodos

Área de Estudio

Las comunidades estudiadas se encuentran por encima de los 3,200 msnm en el flanco oriental de la cordillera del Vilcanota; cinco en la microcuenca del río Patacancha, distrito de Ollantaytambo, Provincia de Urubamba y siete en la microcuenca del río Lares, distrito de Lares, provincia de Calca (Figura 1). Para el estudio, estas comunidades han sido divididas en dos pisos altitudinales; aquellas ubicadas por debajo de los 3,500 msnm y otras asentadas por encima de ese nivel altitudinal. Los criterios que condujeron a esta localización altitudinal de las comunidades estudiadas, se debe, principalmente, al uso de leña y al acceso de parte de las comunidades campesinas al bosque nativo; las comunidades ubicadas por debajo

de los 3,500 msnm cuentan con recursos forestales provenientes de los bosques nativos; en cambio, las comunidades campesinas ubicadas por encima de este nivel altitudinal,

poseen escasa oferta de leña y, utilizan la takia, bosta y turba como fuentes de energía y los bosques poseen una escasa oferta de leña.

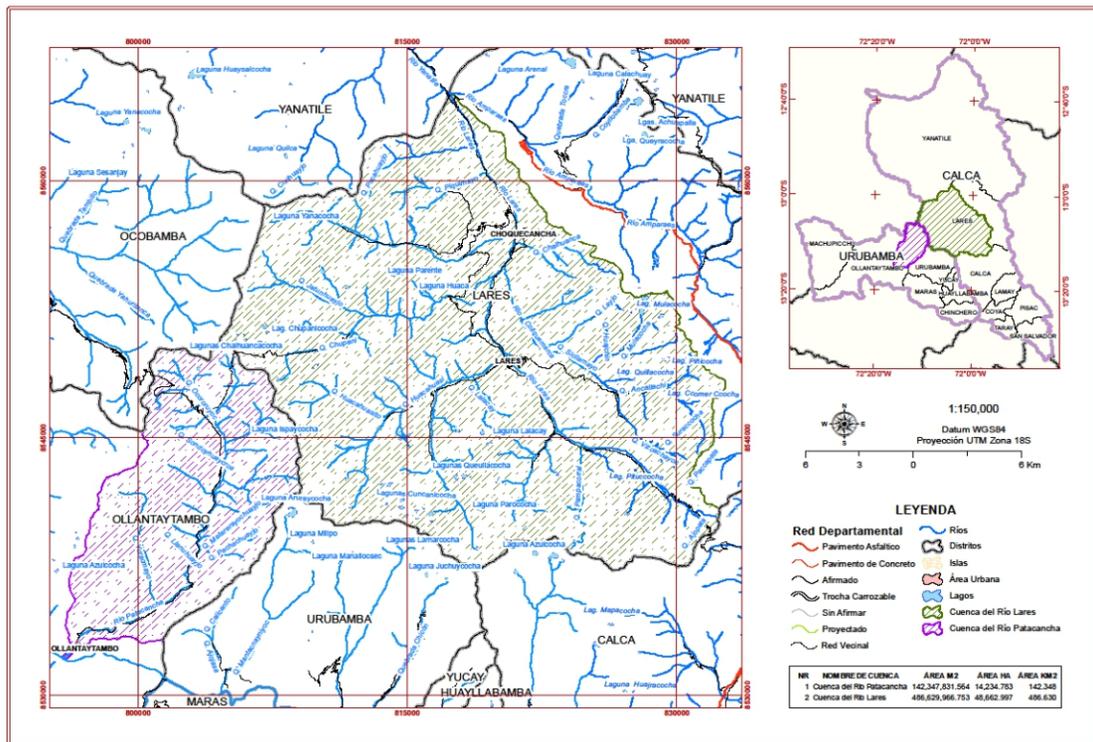


Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio.

Tabla 1. Ubicación de las comunidades estudiadas

Microcuenca	Comunidad campesina	Altitud (msnm)	Orientación referencial
Río Málaga	T'astayq -Abra de Málaga	4350	NNE respecto de Ollantaytambo
Río Patacancha	Phallata	3,250	ENE de Ollantaytambo
	Willoq	3,950	ENE de Ollantaytambo
	Rumira -Sondor	4,000	ENE de Ollantaytambo
	Patacancha	4,050	ENE de Ollantaytambo
Ríos Warán y Canchacancha	Canchacancha	3,700	NNE de la ex hacienda Warán.
	T'aqllapata	3,550	ENE margen Izquierda del río Warán.
Río Lares	Pampacorral	3,400	SSE de Lares, margen izquierda del río Maukao.
	Kiswarani	3,600	S de Lares, margen izquierda del río Maukao.
Río Trapiche	Tambowaylla	3,400	W de Lares, margen derecha del río Trapiche
	Wakawasi	3,800	W de Lares, entre los ríos Pukamayu y Kurukumayu.
	Kunkani	3,800	WSW de Lares, margen derecha del río Kunkani

Metodología

En campo, se midió la circunferencia basal, circunferencia distal y la longitud del fuste (MINAGRI, DGFFS & PCM, OSINFOR, 2012). Para la determinación del volumen de leña en los bosques, se mensuraron árboles y arbustos con diámetro superior a 10 cm a una altura de 1.30 m siguiendo la metodología propuesta en el Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente (RM [N°0172-2012-AG](#)) y el Protocolo para la evaluación de individuos maderables (DGFFS-MINAGRI & OSINFOR, 2012), definido como diámetro a la altura del pecho (DAP) utilizado para calcular el volumen del tronco de los árboles, con el objeto de obtener la productividad de leña en el bosque (FAO, 1983) y para la mensuración en los matorrales, la circunferencia basal mínima corresponde a tres cm o más.

El estudio se desarrolló durante el año 2007 en 12 comunidades campesinas, donde la unidad de análisis para la oferta de biomasa vegetal fue el metro cúbico (m^3), para la oferta de leña utilizada, la tonelada métrica (TM) y para consumo persona/día, el kilogramo.

Para recabar la información se aplicó un cuestionario estructurado de 25 preguntas con alternativas de respuesta. Se entrevistaron a 12 líderes comunales, 30 campesinos durante el recojo de leña y durante la acción de traslado y almacenamiento. Finalmente se interactuó con 20 amas de casa en la acción de preparar alimentos utilizando la leña colectada. Estos tres niveles de información, posibilitaron clasificar la selección y preferencia de la especie para ser clasificada en alta, media y baja. El análisis de la información se realizó utilizando estadística descriptiva, como frecuencias y-

promedios.

Los nombres de las especies registradas fueron contrastados y consultados con la base de datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org) para la correcta redacción de los nombres científicos y los autores de las especies.

Las Zonas de Vida fueron determinadas mediante el Sistema Holdridge (Holdridge, 2000) y observaciones de campo, que es el utilizado en el país (ONERN, 1975; Aybar-Camacho et al., 2017). Los datos bioclimáticos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de Calca y Urubamba.

Para la obtención del volumen de madera, humedad y densidad se emplearon métodos experimentales en laboratorio. La humedad y capacidad calorífica de la madera fue calculada a través del secado al horno y evaporación en el laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC.

El cálculo del consumo diario de leña de uso doméstico, se midió en kilogramos (kg), eligiendo los siguientes factores:

- a. Información obtenida mediante encuestas sobre el consumo de combustible y las especies empleadas como leña y las mensuraciones efectuadas en campo.
- b. Tiempo y mano de obra para obtener leña.

Para el cálculo de las unidades de medida, se midió el peso, en lugar del volumen. Durante las evaluaciones y mensuraciones en campo, se distinguieron cuatro tipos de unidades:

- **La unidad normalizada**, es la masa o volumen, (kg o m^3). Se utiliza cuando se compra, es la unidad en la que se basa el pago. Las medidas de peso se refieren a madera que-

-no está seca; las medidas de volumen se refieren a un volumen apilado y no macizo. La conversión de estas unidades normalizadas a pesos equivalentes de madera secada al aire, se efectuó mediante mediciones del peso como del contenido de humedad.

- **La unidad aproximada**, es una medida no normalizada y definida aproximadamente, como una carga, tercio o “q’epe”. Se utiliza para la leña comprada y la recogida. Se utiliza un factor de conversión normalizado, basado en mediciones hechas en comunidades que utilizan la compra-venta; el varón recolecta una carga con un peso entre 48 y 55 kg. y un tercio es el equivalente a 30 o 35 kg; incluso ha de diferir si se trata del “q’epe” o tercio recolectado por la mujer y, una acémila puede cargar dos tercios de 35 kg. ello depende del camino de herradura a recorrer, en caminos con menor pendiente, las acémilas portan hasta dos cargas.

- **La unidad individual**; cantidad de leña utilizada en un tiempo específico, como un día o una semana. El cálculo depende de qué especies contiene el tercio de leña colectado. Se midió el volumen y peso; se obtuvieron muestras para determinar la densidad y humedad.

- **La unidad monetaria**, es una medida indirecta de pago en dinero cuando se compra leña. La conversión a un peso equivalente requiere conocer tanto la unidad directa de compra que puede ser una unidad normalizada o aproximada, como el precio pagado. Al hacer leña, los campesinos utilizan dos horas para obtener una carga o “q’epe”, esto es, el equivalente a 52 kg. efectuando la conversión a unidad monetaria, implica un jornal diario de S/.20.00 (U.S.\$ 6.5), esto-

-incluye el tiempo utilizado para trasladarse al bosque y el retorno, cuatro horas, usualmente en domingo.

Para la evaluación sobre la preferencia en el uso de las especies, cuando la preferencia fue superior al 70% se la calificó como de alto uso; si la preferencia fue de 20% se consideró como de medio uso y, si la preferencia fue igual o inferior al 10%, el uso de la leña se consideró como bajo.

Resultados

Zonas de vida

En el ámbito de estudio, se determinaron cuatro zonas de vida, que a continuación se describen brevemente.

a. Monte Espinoso Subtropical -mte-S

Gradación transicional hacia el monte espinoso pre montano; ocupa las partes bajas de las micro cuencas de Patacancha y Cancha cancha; entre Ollantaytambo y la comunidad Phallata, en el piso de valle; entre los 2,600 y 3,200 msnm. Los suelos están en pleno uso, con vegetación disturbada por la actividad agrícola y pecuaria. Las especies más representativas son: molle (*Schinus molle*); china molle (*Schinus pearcei*), P'ispita (*Acalypha aronioides*), tara (*Caesalpinia spinosa*), chinchircuma (*Mutisia acuminata*) y ch'eqche (*Berberis boliviana*); se observan plantaciones de *Eucaliptus globulus* y *Alnus acuminata*.

b. Bosque Seco Montano Bajo Subtropical –bs-MBS

Subhúmeda, con árboles con epifitismo, ocupa el piso de valle y laderas de la micro cuenca del río Patacancha, corresponde a-

ambos flancos del río Yuraqmayu. Presenta una vegetación mixta en asocios, característica de esta zona de vida, ubicada entre los 3,400 y 3,900 msnm. Hacia las riberas del río Warán, se observan: *Alnus acuminata* (aliso), *Weinmania pentaphylla* (wichullo), *Hesperomeles lanuginosa* (mayu manzana), *Myrcine pellucida* (chalanque), *Myrica pubescens* (laurel de puna) y hacia las laderas asocios de *Duranta mandonii* (mot'e mot'e); *Hesperomeles heterophylla* (quisca mayu manzana), *Hesperomeles latifolia* (lenle); *Vallea stipularis* (chiqllurmay); *Citharexylum argutedentatum* (kuruchu); *Escallonia herrerae* (chachacomo). En el bosque de Choqechaka, además se registra: *Myrcianthes oreophila* (unca), que tipifica este bosque; *Tetraglochin cristatum* (china canlli); *Kageneckia lanceolata* (lloque); *Piper elongatum* (moqo moqo) y junto al río, *Alnus acuminata* (aliso).

c. Estepa Montano Subtropical. e-MS

Constituye una transición hacia el Matorral Desértico, Subandino Subtropical, md-SaS. Altitudinalmente antecede a la Zona de Vida anterior e incluso se entremezclan constituyendo ecotonías; se ubica entre los 3,200 y 3,800 msnm. Especies más conspicuas: *Baccharis carinata* (monte cheqche); *Berberis commutata* (waca asta); *Barnadesia horrida* (llaulli); *Barnadesia berberoides* (jatun llaulli); *Dasyphyllum leioccephalum* (t'ankar llaulli); *Duranta mandonii* (mot'e tankar); *Puya herrerae* (achupalla).

d. Paramo Húmedo Sub andino Subtropical. ph-SaS

Ubicada por encima de los 4,200 msnm. se observan rodales de *Baccharis odorata* (tayanka); *Baccharis buxifolia* (Chillca); *Berberis boliviana* (ch'eqche); *Buddleja coriacea* (qolle) y especies

del género *Polylepis*.

Especies más utilizadas en leña

Se identificaron 56 especies utilizadas como leña; los resultados provienen del análisis de las entrevistas aplicadas a los actores sociales (líderes comunales, campesinos en el proceso de obtener, transportar y almacenar la leña y, amas de casa en la preparación de alimentos), las mismas que pertenecen a 22 familias, 36 géneros y 56 especies. De las especies identificadas, 46 son consideradas como de alto uso, cinco como de uso medio y otros cinco de uso bajo; significando la importancia de las especies en el bosque nativo de los altos andes en la oferta de leña.

El material energético de la biomasa vegetal, corresponde a vegetación arbustiva y arbórea de los bosques. Existe mayor diversidad en los bosques y bosquetes inferiores a 3,500 msnm constituyendo bosques mixtos, matorrales espinosos y asociaciones interespecíficas. En cambio, a altitudes superiores a los 3,500 m se observan rodales de *Baccharis*, *Polylepis*, *Gynoxis*, *Weinmannia*, *Cytharexylum*, *Buddleja*.

De las especies más utilizadas en el abastecimiento de leña, destacan por su abundancia los géneros *Hesperomeles*, *Buddleja*, *Escallonia* y *Polylepis*; sin embargo, considerando la biomasa que ofertan, las especies más importantes pertenecen a los géneros *Alnus*, *Acalypha*, *Baccharis*, *Myrica*, *Berberis*, *Duranta*, *Barnadesia*, *Gynoxis*, *Hesperomeles*, *Myrcianthes*, *Citharexylum*, *Escallonia* y *Polylepis*.

Tabla 2. Especies utilizadas como leña en las comunidades campesinas de la cordillera del Vilcanota.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Nivel de uso como combustible
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	Árbol	Alto
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pentaphylla</i> Ruiz & Pav	Wichullo	Árbol	Alto
Euphorbiaceae	<i>Acalypha aronioides</i> Pax & K. Hoffm	P'ispita	Arbusto	Alto
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania obtusifolia</i> (H.B. K.) Pax & K. Hoffm	Vinagrillo	Arbolillo	Alto
Asteraceae	<i>Aristeguietia discolor</i> R.M King & H. Rob	Vino vino	Arbusto	Bajo
Asteraceae	<i>Baccharis buxifolia</i> (Lam.) Pers	Chilca	Arbusto	Alto
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Mayu Chilca	Arbusto	Alto
Asteraceae	<i>Baccharis odorata</i> Kunth	Tayanka	Arbusto	Alto
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Molle	Árbol	Alto
Anacardiaceae	<i>Schinus pearcei</i> Engl	China molle	Arbolillo	Medio
Flacourtiaceae	<i>Pineda incana</i> Ruiz & Pav	Olivero	Arbusto	Medio
Myricaceae	<i>Morellea pubescens</i> (Humb. Bonpl ex Willd) Wilbur	Laurel de puna	Árbol	Alto
Berberidaceae	<i>Berberis carinata</i> Lechl	Monte cheqche	Arbusto	Alto
Berberidaceae	<i>Berberis boliviana</i> Lechl	Cheqche	Arbusto	Alto
Berberidaceae	<i>Berberis commutata</i> Eichler	Waka asta	Arbolillo	Alto
Asteraceae	<i>Barnadesia horrida</i> (Humb. Bonpl ex Willd) Wilbur	Llaulli	Arbusto	Alto
Asteraceae	<i>Barnadesia berberoides</i> Sch. Bip.	Llaulli	Arbusto	Alto
Asteraceae	<i>Dasyphyllum leioccephalum</i> (Wedd.) Cabrera	Táncar llaulli	Arbusto	Alto
Verbenaceae	<i>Duranta mandonii</i> Moldenke	Mot'e mot'e	Arbolillo	Alto
Asteraceae	<i>Gynoxys longifolia</i> Wedd.	Q'oto kiswar	Arbolillo	Alto
Asteraceae	<i>Gynoxys callacallana</i> Cuatrec	Q'oto kiswar	Arbusto	Alto
Asteraceae	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl.	Tóqarway	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Hesperomeles heterophylla</i> Hook	Kiska mayu manzana	Arbusto	Alto
Rosaceae	<i>Hesperomeles lanuginosa</i> Ruiz & Pav. ex Hook	Mayu manzana	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Hesperomeles latifolia</i> (Kunth) M. Roem.	Lenle	Árbol	Alto
Myrtaceae	<i>Myrcianthes oreophilla</i> (Diels) McVaugh	Unca	Árbol	Alto
Araliaceae	<i>Oreopanax ischnolobus</i> Harms	Maqui maqui	Arbusto	Bajo
Columelliaceae	<i>Columellia obovata</i> Ruiz & Pav.	Huamanpinta	Arbusto	Alto
Solanaceae	<i>Saracha punctata</i> Ruiz & Pav.	Chirñuelas	Arbolillo	Alto
Solanaceae	<i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pav.	Ñukao	Arbusto	Medio
Solanaceae	<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl.	Táncar quiska	Arbusto	Alto
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i> (Meyen) Dammer	T'ankar	Arbusto	Alto
Myrsinaceae	<i>Myrsine pelucida</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	Chalanque	Árbol	Medio
Melastomataceae	<i>Brachyotum naudinii</i> Triana	Thire	Arbusto	Bajo
Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav	Chinchircuma	Arbusto	Medio
Rosaceae	<i>Margiricarpus cristatus</i> Britton	China Kanlli	Arbusto	Alto
Bromeliaceae	<i>Puya herrerae</i> Harms	Achupalla	Roseta	Bajo
Buddlejaceae	<i>Buddleja coriácea</i> J. Rémy	Qolle	Arbolillo	Alto
Buddlejaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	Kiswar-kiswar	Árbol	Alto
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	Chiqllumay	Árbol	Alto
Verbenaceae	<i>Citharexylum argutedentatum</i> Moldenke	Kuruchu	Árbol	Alto
Caesalpinaceae	<i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin & Bameby	Mutuy	Arbusto	Alto
Caesalpinaceae	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S. Irwin & Bameby	Asnaq mutuy	Arbolillo	Alto
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Tara	Árbol	Alto
Escalloniaceae	<i>Escallonia herrerae</i> Mattf.	Qeswa Chachacomo	Árbol	Alto
Escalloniaceae	<i>Escallonia resinosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Chachacomo	Árbol	Alto
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	T'asta	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Kageneckia lanceolata</i> Ruiz & Pav	Lloque	Arbolillo	Alto
Piperaceae	<i>Piper elongatum</i> Vahl	Moq'o moq'o	Arbusto	Bajo
Rosaceae	<i>Polylepsis racemosa</i> Ruiz & Pav	Queuña	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis incana</i> Kunth	Queuña	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis pautia</i> Hieron	Queuña	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis subsericans</i> J. F. Macbr	Queuña	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis sericea</i> Wedd.	Queuña	Árbol	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis pepeii</i> B.B. Simpson	Queuña	Arbolillo	Alto
Rosaceae	<i>Polylepsis microphylla</i> (Wedd.) Bitter	Queuña	Arbusto	Alto

Parámetros físico químicos de leña utilizada

A. Contenido de humedad

El método tradicional del secado en las comunidades, consiste en la exposición del producto húmedo al sol y al aire libre. Las-

-características de la humedad ambiental, 60% promedio anual de la zona andina (Toivonen & Kessler, 2006) son propicias; pero, es un proceso lento, hasta alcanzar la humedad de equilibrio. El tiempo de secado varía de una especie a otra y de las condiciones meteorológicas.

Tabla 3. Variables físicas de humedad y densidad en muestras de madera y leña nativas para especies en la micro cuenca del río Málaga, Comunidad de T'astayoc.

Especies Nativas	mh (g)	ms (g)	Hh (%)	Hs (%)
Queuña (<i>Polylepis racemosa</i>)	97	64	34.02	51.56
Chiñuelas (<i>Saracha punctata</i>)	142	119	16.20	19.33
T'asta (<i>Escallonia myrtilloides</i>)	127	93	26.77	36.56
Tayanca (<i>Baccharis odorata</i>)	61	44	27.87	38.64
Lenle (<i>Hesperomeles latifolia</i>)	77	63	18.18	22.22
Kurucho (<i>Citharexylum argutedentatum</i>)	99	87	12.12	13.79
Mot'e mot'e (<i>Duranta mandonii</i>)	111	98	11.71	13.27
Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	71	62	12.68	14.52
Eucalipto (<i>Eucaliptus globulus</i>)	142	127	10.56	11.81

Datos en base a resultados del análisis en laboratorio de Física. UNSAAC. M_h : Masa con contenido de humedad; m_s : Masa seca (sin humedad), H_h : Contenido de humedad en húmedo, H_s : Contenido de humedad en seco.

B. Poder calórico de las especies nativas más importantes

El análisis químico especifica que el eucalipto posee seis veces más ceniza (A) que el kuruchu (*Citharexylum argutedentatum*), ocho veces más que el chachacomo (*Escallonia resinosa*) y 5.8 veces más que la t'asta (*Escallonia myrtilloides*). El eucalipto posee 4.3% de

residuo sólido luego de la combustión, en las especies nativas, los valores fluctúan por debajo de la unidad. El kurucho posee 0.73%, significando que, de la masa total de leña, menos del 1% es convertido en ceniza y gran parte se convierte en brasa útil. En el caso de la bosta, un alto nivel de porcentaje de la biomasa se convierte en ceniza.

Tabla 4. Poder calorífico de especies nativas utilizadas como leña

ESPECIES NATIVAS	ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MUESTRAS							PCI (KJ/kg)	PCI (Kcal/kg)
	N (%)	S (%)	C (%)	O (%)	H (%)	W (%)	A (%)		
Eucalipto	0.15	0.06	39.3	52.4	6	12.33	4.3	12654.5759	3023.0712
K'urucho	0.25	0.02	39.1	52	5.98	21.5	0.73	12564.1101	3001.4596
Mote-Mote	0.24	0.07	38.52	51.23	5.98	16.4	0.57	12518.5715	2990.5809
Tasta	0.26	0.09	38.84	51.66	5.94	18.5	0.74	12503.0603	2986.8754
Aliso	0.27	0.05	38.6	51.34	5.9	12.2	0.61	12455.3684	2975.4822
Chachacomo	0.28	0.05	38.34	46.82	5.38	19.86	0.52	12375.4444	2956.389
Lenle	0.26	0.05	38.4	51.07	5.87	20.8	0.88	12340.1749	2947.9634
Qolle	0.24	0.02	37.6	45.5	5.4	13.5	0.65	12383.2486	2958.2534
Lloque	0.29	0.04	38.2	50.81	5.84	16.2	0.68	12301.7347	2938.7804
Queuña	0.5	0.09	37.97	50.6	5.8	23.52	0.83	12167.4024	2906.6895
Tayanca	0.3	0.06	36.7	48.81	5.61	14	0.89	11829.9787	2826.0819
Chiqllurmay	0.26	0.04	35.82	47.64	5.48	16.2	0.71	11534.8050	2755.5674
Bosta	2.52	0.74	32.88	43.73	5.03	24.9	11.18	10592.9504	2530.5663

C: Carbono, H: Hidrógeno, O: Oxígeno, S: Azufre, W: Agua, A: Cenizas

La siguiente tabla evidencia los valores transformados en Kcal/kg y en KJ/kg para las especies nativas, tomando como base los -estudios efectuados por Géhu (1981) y Pedrotti et al. (1992).

Tabla 5. Poder calorífico de las especies nativas al 25% de humedad

Especie	Nombre local	Densidad kg/m ³	Energía (Gcal/m ³) al 25% de humedad	Poder calorífico (Kcal/kg) al 25% de humedad	Poder calorífico (KJ/kg) al 25% de humedad
<i>Escallonia re sinosa</i>	Chachacomo	810	1.68	2074.07	8682.07
<i>Polypelis incana</i>	Queña	630	1.44	2285.71	9568.00
<i>Escallonia myrtilloides</i>	Tasta	710	1.22	1718.31	7192.85
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	720	1.18	1638.89	6860.39
<i>Myrcianthes oreophilla</i>	Unca	790	1.18	1493.67	6252.51
<i>Citharexylum argutidentatum</i>	K'urucho	820	1.08	1317.07	5513.27
<i>Kageneckia lanceolata</i>	Lloque	s/i	1.08	s/i	s/i
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	470	0.99	2106.38	8817.32
<i>Vallea stipularis</i>	Chiqllurmay	610	0.92	1508.20	6313.31
<i>Buddleja coriacea</i>	Qolle	s/i	0.91	s/i	s/i
<i>Hesperomeles latifolia</i>	Lenle	740	0.90	1216.22	5091.08
<i>Duranta mandonii</i>	Mot'e	530	0.90	1698.11	7108.30

Datos en base a información de Géhu, J.M-Pedrotti, y convertida a unidades de energía.

C. Consumo de leña en las comunidades altoantinas

Obtención de leña

La recolección de leña, ramas, chamarasca y troncos, en las comunidades de Canchacancha y Phallata, no requiere una dedicación especial de tiempo. A excepción de la leña de “raja” que es tarea de varones a fin de proveer leña para la semana; la mujer y los jóvenes pastores recolectan leña que encuentran en su recorrido junto al ganado y llevan al final de la jornada a casa, constituye la provisión diaria, es la leña más seca y con buen rendimiento.

En las comunidades por encima de los 3,500 msnm la escasez de leña, y el trabajo que cuesta obtenerla, induce a no desperdiciarla. Existe una división de trabajo en la obtención de leña, el varón puede obtener hasta una carga o “q’epe” de 4 arrobas; la mujer tiene obligación de obtener una carga o “q’epe” de una arroba y leña de chamarasca en esfuerzos por salida.

Unidades de Medida

Como se observa en la Tabla 6, las unidades de medida locales difieren de una comunidad a otra, en función a distancias, al tipo de leña, al acceso al bosque y si se trata de un hombre o de

-mujeres y niños como colectores de leña; por lo tanto, a efectos de estandarizar las medidas de peso, se ha considerado la carga como equivalente a 52 kg. Esta unidad de medida, respecto del tiempo de su recolección y/o preparación, también difiere, dependiendo si se trata de coleccionar en bosques de *Polylepis*, en bosques mixtos o en matorrales espinosos. Es el caso del bosque mixto de Phallata (Choquechaka), un hombre tarda 2 horas y 30 minutos para coleccionar una carga; en cambio para coleccionar el mismo peso en los bosques de Canchacancha, se demora una hora y 15 minutos; esto es debido a la oferta de leña en el bosque. Análogamente en los matorrales espinosos de Kiswarani, Pampacorral, Willoq, Tambowaylla, para obtener una carga del mismo peso (52 kg), demoran más de tres horas; significando ello un mayor esfuerzo para obtener un mismo peso de leña, debido a la escasez de la oferta. De otro lado, cuando los comuneros obtienen leña de los bosques de *Polylepis*, sólo el tiempo para coleccionar una carga de 52 kg. es de 3 horas con 30 minutos; ello en razón a que la leña de *Polylepis* exige mayor dedicación, no sólo por la colecta, sino el trozar, cortar y astillar lleva un mayor tiempo.

Tabla 6. Unidades de medida local para la colecta de leña y sus equivalentes en kg.

Comunidad	Unidad de medida local	Peso equivalente (kg)	Observaciones
Phallata	Carga	52	La carga de un varón equivale a cuatro arrobas (52 kg) y para mujeres a una arroba. Una acémila pueda portar dos cargas, cada uno de 45 kg.
Rumira - Sondor	Carga	40 - 45	La llama puede portar una carga de una arroba o 15 kg. y el caballo dos cargas, cada uno de 30 kg.

Willoq	Carga, tercio	40 15	La carga es sólo empleada para la leña de queuña o de eucalipto. El varón traslada una carga y el caballo dos cargas cada uno de unos 25 kg. esta diferencia de peso se debe, a la pendiente y al estado del camino. El bosque de donde obtienen leña es Queuñaqocha. El tercio es la unidad de medida para la colecta de leña procedente del matorral espinoso.
Canchacanccha	Q'epe, tercio	50 – 55 8 -10	El q'epe equivale a 4 arrobas o 52 kg. Esta comunidad, colecta leña para vender en Ollantaytambo o para hacer carbón y el q'epe cuesta aproximadamente S/. 20.00. Los adolescentes y mujeres colectan leña en forma diaria y traen al final de la jornada un tercio de leña bastante seca.
Pampacorral	Tercio Carga	30 – 35 50 – 55	Un tercio equivale a 32 kg. y es para el varón; para las mujeres y niños el tercio equivale a 15 kg. Es utilizada para leña del matorral espinoso; para la leña de queuña, la unidad de medida es la carga.
Kiswarani	Carga tercio	34 15 - 20	La carga equivale a tres arrobas y debido a la escasez de leña lo hacen en un día de trabajo. El tercio equivale a media carga.
Wakawasi	Q'epe	23	Esta unidad fluctúa, depende de dónde y que leña obtienen; si la leña proviene del bosque de <i>Polylepis</i> , entonces el q'epe equivale a dos arrobas (23 kg), el caballo carga dos q'epes (46 kg.) y el hombre uno; debido a la lejanía del bosque. Si la leña proviene del matorral espinoso, el hombre porta el peso de dos q'epes (45 a 50 kg.)

Uso actual y requerimientos comunales

En las comunidades altas, se estima entre 0.45 y 1.2 m³ las necesidades de leña por habitante/año; siendo la disponibilidad entre 0.2 y 0.4 m³; existiendo un déficit anual de 0.8 m³. En las comunidades de la micro cuenca

del río Warán, la situación es mejor; la oferta de leña en los bosques naturales es buena; se estima en 1 m³ el consumo anual por habitante, del cual el 80% es satisfecho con leña de bosques naturales, el resto proviene del eucalipto.

Tabla 7. Consumo de leña per cápita en las comunidades altoandinas.

Comunidad	Leña nativa (kg/persona/día)	Bosta (kg)	Eucalipto (kg)	Observaciones
Phallata	1.30	0.12	0.60	Calculada en función a 06 miembros/familia; y una carga (52 kg) de leña nativa es suficiente para seis días. Es la comunidad con menor consumo de bosta y buen consumo de leña nativa, poseen un bosque excelente con oferta de leña.

Cancha - cancha	1.44	0.14	0.00	Calculada en base a que una carga (52 kg.) suficiente para seis días en una familia de seis personas. Es la comunidad con más alto consumo de leña nativa, por tener bosques en más de 200 ha. No requieren al eucalipto y utilizan la bosta como “meca” para iniciar el fuego. La oferta de leña es suficiente.
Pampa corral	1.07	0.27	0.7	Calculada para una familia de seis personas y la carga (32 kg) es suficiente para cinco días.
Kiswarani	1.13	0.30	0.67	Calculado en función a que una carga (34 kg.) de leña nativa es suficiente para cinco días de uso, acompañado por nueve kg. de bosta y 20 kg. de eucalipto, consumido en una familia de seis miembros.
Tambo-waylla	1.24	0.143	0.29	Calculado en base a seis miembros/familia y el uso de 52 kg. de leña nativa, seis kg. de bosta y 15 kg. de eucalipto, utilizado para siete días de consumo.
Willoq	1.06	0.25	0.20	Determinado en función a una familia de siete miembros y una carga de leña se consume en siete días. La comunidad utiliza en ese mismo tiempo 12 kg. de bosta (vacuno y de llama) y 10 kg. de leña de eucalipto
Rumira - Sondor y Pata cancha	0.82	0.31	0.20 0.25	Estas comunidades en promedio tienen siete miembros/familia y consumen a la semana 40 kg de leña nativa, 15 kg. de bosta (vacuno y llama) y 10 kg. de eucalipto. Además emplean un suelo turboso obtenido en bloques o “champas” de los humedales por encima de los 4,500 msnm.
Kunkani	0.92	0.31	0.25	Determinado en base a que la familia promedio tiene siete miembros y consumen 45 kg. de leña nativa; 15 kg. de bosta (vacuno y llama) y 12 kg. de leña de eucalipto para un período de siete días.
Wakawasi	0.93	0.36	0.36	Una familia promedio tiene siete miembros y 52 kg. de leña nativa es utilizada hasta ocho días; la bosta (llama, alpaca, vacuno e incluso caballo) colectada para ocho días es de 20 kg. y complementada con 20 kg. de eucalipto.
PROMEDIO	1.10	0.245	0.409	El poblador de las comunidades andinas consume, en promedio, 1.754 kg. de combustible al día.

Las comunidades ubicadas por debajo de los 3,500 msnm y que poseen bosques naturales de especies nativas, son las que mayor leña de estas especies consumen, es el caso de Phallata y Canchacancha; en cambio las comunidades ubicadas por encima de los 3,500 msnm consumen menos combustible leñoso, es el caso de Patacancha, Rumira-Sondor, Kunkani y Wakawasi; es de advertir también que las

comunidades de las partes altas, consumen una mayor cantidad de bosta de ganado (vacuno y llama), ello por carecer de bosques cercanos a su comunidad o tener una escasa oferta de leña de los matorrales espinosos que se hallan cercanos a sus comunidades; la principal leña, en estas comunidades es la proveniente de los bosques de *Polylepis*, ubicados a más de 03 horas de recorrido.

Tabla 8. Distribución porcentual del consumo de combustible en las comunidades andinas. kg/persona/día.

Comunidad campesina	kg. Leña nativa	%	kg. Bosta	%	kg leña eucalipto	%	Total combustible Utilizado kg/persona/día
Phallata	1.30	64.36	0.12	5.94	0.60	29.7	2.02
Cancha	1.44	91.14	0.14	8.86	0.00	0.00	1.58
Pampacorral	1.07	52.45	0.27	13.24	0.7	34.31	2.04
Kiswarani	1.13	53.81	0.30	14.29	0.67	31.90	2.10
Tambowaylla	1.24	74.25	0.143	8.56	0.29	17.37	1.67
Willoq	1.06	70.2	0.25	16.56	0.20	13.25	1.51
Rumira - Sondor, Patacancha	0.82	51.19	0.31	19.62	0.20	12.66	1.58 (consumen además terrones de turba en 0.25 kg/persona/día)
Kunkani	0.92	62.16	0.31	20.95	0.25	16.90	1.48
Wakawasi	0.93	56.36	0.36	21.82	0.36	21.82	1.65
Promedio	1.10	62.71	0.245	13.97	0.409	23.32	1.754 kg. combustible/persona/día

Datos en base a resultado de mesuraciones directas y encuestas.

La tabla 8 evidencia que más del 60% del combustible utilizado en las comunidades proviene de los bosques nativos; en algunas comunidades como en Phallata y Cancha cancha, la leña proviene de bosques mixtos y matorrales espinosos, en cambio en comunidades como Pampacorral, Willoq, Wakawasi y Patacancha, mayormente provienen de bosques de *Polylepis*.

Discusiones

Conservation International/Smithsonian Institution (2001), reporta que uno de los puntos críticos de biodiversidad más críticos (hotspot) son los ecosistemas de montaña, sus bosques, cuencas hidrográficas, biodiversidad y cultura humana, merecen un gran esfuerzo para conservarlo; las observaciones de campo, nos permiten colegir que también los ecosistemas de la Cordillera del Vilcanota, son singulares y también requieren acciones de conservación como la reforestación con-

-especies nativas.

Géhu (1991) y Pedrotti et al. (1992) demuestran que existe una correlación directa entre la humedad y, la densidad de la madera con el poder calorífico de ésta; en efecto, los estudios de campo y laboratorio, demuestran una correlación alta.

Los trabajos de Bastos de Andrade et al (1989), evidencian que a menor humedad de la madera debe existir una mayor combustión con desprendimiento de mayor energía; los estudios de laboratorio, ratifican estos resultados.

Toivonen y Kessler, (2006), sostienen que los bosques de *Polylepis* representan la vegetación natural de una gran parte de los Andes centrales a altitudes entre 3,500 y 4,400 msnm, nuestros estudios en la cordillera del Vilcanota verifican que los bosques monoespecíficos de *Polylepis* llegan a altitudes superiores de 4,600 msnm.

Coincidimos con los resultados de Huaranca et al. (2006) y Armenteras et al., (2003) que sostienen que la fragmentación de los Bosques Andinos es un fenómeno cada vez más frecuente que altera la diversidad de los organismos que los habitan, influyendo en la provisión de los servicios y bienes del bosque.

Según FAO y PNUMA, 2020; los bosques se encuentran sujetos a numerosas perturbaciones como incendios forestales y fenómenos meteorológicos que afectan los servicios ecosistémicos; los trabajos de campo en las 12 comunidades altoandinas estudiadas, nos permiten puntualizar que es la ganadería y la extracción de leña las acciones más perturbadoras.

De conformidad a lo indicado por Mejía (2011), el 58% de las familias utilizan leña y gas propano, el 17% utiliza sólo leña; en cambio nuestro trabajo demuestra que el 100% de las familias emplean leña proveniente de bosques nativos y bosta de ganado. Indica además que todas las especies tienen similar poder calorífico; en cambio nuestro trabajo demuestra que existe sustancial diferencia entre las especies utilizadas como combustible.

Los estudios de Córdova (2012), señalan que la oferta de leña en las comunidades del bajo Urubamba es alta y no requieren almacenar, excepto para actividades comunales; en cambio, en las comunidades altoandinas, se verificó que las familias almacenan la leña para un periodo mayor a una semana; igualmente, el mismo estudio concluye que no es un problema significativo el abastecimiento de leña; en cambio, en las comunidades altoandinas, la oferta de leña proveniente de bosques nativos va disminuyendo, especialmente por encima de los 3 500 msnm.

Conclusiones

Las especies con mayor poder calorífico, pocos residuos de ceniza y poca producción de humo son: chachacomo, queuña, t'asta, unca, k'uruchu, lloque, lenle, aliso, entre la vegetación arbórea y, waka asta, llulli, entre los arbustos. El chachacomo, t'asta, unca, qolle, aliso, chiqlurmay y queuña son maderas apreciadas para la construcción de infraestructuras y aperos.

Las comunidades campesinas de la cordillera del Vilcanota consumen 1.754 kg/persona/día de leña; más del 60% proviene de bosques nativos.

Especies nativas más utilizadas como leña son: chachacomo (*Escallonia resinosa*), queuña (*Polylepis spp.*), Tayanka (*Baccharis odorata*), T'asta (*Escallonia myrtilloides*), Lenle (*Hesperomeles latifolia*), aliso (*Alnus acuminata*), Unca (*Myrcianthes oreophilla*), Chiqlurmay (*Vallea stipularis*), K'uruchu (*Citharexylum argutedentatum*), q'otokiswar (*Gynoxys longifolia*), lloque (*Kageneckia lanceolata*).

La oferta de leña para comunidades por debajo de 3,500 msnm es mayor y proveniente de bosques mixtos y matorrales. En las comunidades sobre 3,500 msnm, la vegetación es escasa, emplean mayor bosta de ganado vacuno, ovino y de camélidos sudamericanos; la leña proviene del bosque de *Polylepis*.

Todas las comunidades emplean bosta de ganado, las comunidades altas prefieren la bosta de la llama (takia).

Las especies nativas en estado fresco poseen un poder calorífico que fluctúa entre 11,500 a 12,500 KJ/kg y, a un 25% de humedad, las especies *Escallonia resinosa*, *Escallonia myrtilloides*, *Myrcianthes oreophilla*; *Citharexylum argutedentatum*, *Vallea stipularis*, *Hesperomeles latifolia*, *Duranta mandonii*; evidencian un-

poder calorífico superior a 8,000 KJ/kg. Indicando que éstas especies nativas, deberían ser de prioridad en los proyectos de reforestación.

La leña proveniente de bosques nativos tiene una función preponderante en el aprovisionamiento energético de las poblaciones rurales y de los grupos más pobres de los centros urbanos. La leña ocupa un lugar especial, debido a la importancia del consumo doméstico de energía, al que la leña se destina principalmente, y debido al hecho de que constituye un servicio ecosistémico de los bosques naturales altoandinos.

Las especies nativas estudiadas y, particularmente el K'urucho (*Citharexylum argutedentatum*), una de las especies más apreciadas por el poder calorífico que posee su leña. Debe ser utilizada en la reforestación de los altos andes.

Agradecimientos

A Ecosistemas Andinos-ECOAN, por posibilitar la ejecución del estudio, al colega Alfredo Tupayachi Herrera por la identificación de las especies botánicas, al Ing. Santos Mera Terrones, especialista en Geomática, por contribuir con el mapa de ubicación.

Referencias bibliográficas

- Ansi3n, J. y Van Dam, C. (1986).** El 6rbor y el bosque en la sociedad andina. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Talleres Gr6ficos Art. Lantrec. Lima, Per3. 119 p.
- Armenteras, D., Gast, F., Villareal, H. (2003).** Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the Eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113:245-256.
- Ataroff, M., Rada, F. (2000).** Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 29. 440-444 p.
- Aybar-Camacho, C.; Lavado-Casimiro, W.; Sabino, E.; Ram3rez, S.; Huerta, J. & Felipe-Obando, O. (2017).** Atlas de zonas de vida del Per3 –Gu3a Explicativa. Servicio Nacional de Meteorolog3a e Hidrolog3a del Per3 (SENAMHI). Direcci3n de Hidrolog3a. Lima. 27p.
- Aubad, J.; Arag3n, P.; Olalla-T6rraga, M. & Rodr3guez, M.A. (2008).** Illegal logging, landscape structure and the variation of tree species richness across North Andean forest remnants. *Forest Ecology and Management* 255:1892-1899.
- Bastos de Andrade, E. – Sasseron, Jos3 Luis – Oliveira Filho, Delly. (1989).** Principios sobre combustibles, combusti3n y hornos-fogones. CENTREINAR, Brasil.
- Bermejo, J. Passeti, F. (1985).** El 6rbor en apoyo de la Agricultura. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Lima. Documento de trabajo n3 4. 44 pp.
- Bubb, P., May, I., Miles, L., Sayer, J. (2004).** Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- Conservation International/Smithsonian Institution. (2001).** Biological and Social Assessments of the Cordillera del Vilcabamba, Peru. RAP. Conservation International. Washington D.C. 296 p.
- C3rdova, P. (2012).** Estudio del consumo de leña en dos comunidades nativas de la cuenca del r3o Bajo Urubamba. UNA La Molina. Lima. 73 p.
- Desarrollo Forestal Participativo. (1992).** El Verdor de los Andes. Editora Luz de Am3rica. Quito, Ecuador. 217 pp.
- De Rutt3 Corzo, Jano. (2014).** Composici3n y diversidad arb3rea de un 6rea de bosque montano en la conces3n para la Conservaci3n Puyu Sacha, Chanchamayo, Jun3n. Tesis, Ing. Forestal. UNALM. Lima. 136 p.

- ECOBONA/INTERCOOPERATION. (2009).** Incidencia política para la gestión social de ecosistemas forestales Andinos. Análisis y propuesta para el Perú. Serie Investigación y Sistematización 03. 107 pp.
- Etter, A.; Villa, A. (2000).** Andean forests and farming systems in part of the Eastern Cordillera (Colombia). Mountain Research and Development 20(3): 236-245.
- FAO. (1981).** Mapa de la situación en materia de leña en los países en desarrollo. Roma.
- FAO. (1983).** Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Estudio FAO Montes 42. Roma Italia. Disponible en: www.fao.org/3/x5329s/x5329s02.htm
- FAO y PNUMA. (2020).** El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>.
- Géhu, J.M. & S. Rivas-Martínez (1981):** Notions fondamentales de phytosociologie. In: Dierschke, H. (ed.) Syntaxonomie. Ber. Intern. Symposium IV-V: 5-53. Ed. Cramer, Vaduz.
- Géhu, J.M. (1991).** L'analyse phytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. Coll. Phytosoc. 17: 11-46.
- Geist, H. J., Lambin F. (2001).** What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. Louvain-la-Neuve, Belgium, University of Louvain. 110 p. LUCS Report Series N° 4.
- Gentry, A. H. (1995).** Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E., Luteyn, J.L. (eds.). Neotropical montane forest biodiversity and conservation symposium (1993, Bronx, N.Y, USA). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceedings, pp. 103-126. New York Botanical Garden, New York, USA.
- Gil Mora, J.E. (2000).** Deforestación y Crisis de Leña. Revista Oropesa N° XXV. Cusco, Perú. 22 p.
- Gil Mora, J.E. (2002).** Deforestación: Principales causas y efectos ambientales. Revista Oropesa N° XLIII. Cusco, Perú. 23 p.
- Holdridge, Leslie R. (2000).** Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 159 p.
- Huaranca, J.C.; Ruiz, O.; Fernández, M. (2006).** Folivoria en fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en Sacha Loma, Cochabamba, Bolivia. II Congreso de Ecología y Conservación de Bosques de *Polylepis*—Cusco, Perú.
- INRENA (1995).** Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima. 271 p.
- Jadan S. (1989).** Selección de especies forestales, región Andina del Ecuador. Dirección Nacional Forestal-AID. Quito, Ecuador. 27 p.
- Kessler, M. & P.Driesch. (1993).** Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia. Ecología en Bolivia 21: 1–18.
- Kessler, M. (2000).** Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. Plant Ecology 149:181-193 p.
- Lara, R. (1982).** Contribuciones al conocimiento de la vegetación de las tierras altas de Bolivia. La Paz, Bolivia. 50 pp.
- Loján, L. (2003).** El Verdor de los Andes Ecuatorianos. SOBOC Grafic. Quito, Ecuador. 296 pp.
- Mejía, F. (2011).** Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Tesis Mg. en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 119 p.
- MINAGRI, DGFFS & PCM, OSINFOR (2012).** Protocolo para la evaluación de individuos maderables. Lima. 13 p.
- MINAGRI-DGFFS. (2012).** Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales-

- en bosques de producción permanente. Lima. 52 p.
- MINAM. (2012).** Memoria descriptiva del mapa de cobertura vegetal del Perú. Ministerio del Ambiente del Perú, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. 76 p.
- Moraes, M. Ollgaard, B. Kvist, L.P. Borchsenius, F. Balslev, H. (2006).** Botánica económica de los andes centrales. Plural Editores. La Paz, Bolivia. 557 p.
- Morlon, P. (1980).** Plantar árboles es devolver la vida al Altiplano. ORDEPUNO. Convenio Perú-Canadá.
- Ocaña, D. (1994).** Desarrollo forestal campesino en la Región Andina del Perú. Ministerio de Agricultura, PRONAMACHS, FAO/HOLANDA. Talleres Gráficos D.C. Murakami S.A. Lima. 218 p.
- ONERN, (1975).** Mapa ecológico del Perú y memoria explicativa. Lima. 147 p.
- Orme C. David L., Davies R. G., Burgess, Eigenbrod Felix, Pickup N, Olson V. A., Webster A. J., Tzung-Su Ding, Rasmussen P.C., Ridgely Robert S., Stattersfield, Ali J., Bennett P. M., Blackburn T. M., Kevin J. Gaston & Ian P. F. Owens. (2005).** Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. Nature Publishing Group Vol 436. London.
- Pedrotti, F., D. Gafta, A. Manzi & R. Canullo (1992).** Le associazioni vegetali della Piana di Pescasseroli (Parco Nazionale d'Abruzzo). Doc. Phytosoc. 14: 123-147.
- Portuguez Y., H.; Matos D., D. & Aucasime O., A. (2012).** Memoria descriptiva del mapa de cobertura vegetal del Perú. Ministerio del Ambiente. Lima: 30-32 p.
- Pretell, J. Chiclote, J., Ocaña Vidal, D., Jon Jap, R. & Barahona Chura, E. (1985).** Apuntes sobre algunas especies forestales de la sierra peruana- -Proyecto FAO-Holanda/INFOR. Lima. 120 p.
- IPrice, M.F., Gratzer, G., Alemayehu, L., Kohler, T., Maselli, D., Romeo, R. (2011).** Mountain forests in a changing world - Realizing values, addressing challenges. FAO/MPS and SDC, Rome, Italy.
- Reynel, C. (1990).** Plantas para leña en el Sur-occidente de Puno. Proyecto árbol andino. Puno, Perú. 165 pp.
- Reynel, C. Pennington, T., Pennington, R., Marcelo, J. Daza, A. (2006).** Árboles útiles del ande peruano. Talleres Gráficos de Tarea Asociación Gráfica Educativa. Breña, Lima. 462 pp.
- Stadtmüller, T. (1986).** Cloud forests in the humid tropics: a bibliographic review. The United Nations University and CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Toivonen, J. & Kessler. M. (2006).** Distribución geográfica y los nichos ocupados de los bosques actuales de *Polylepis* en la Región del Cusco, Perú. II Congreso de Ecología y Conservación de Bosques de *Polylepis*. Cusco, Perú.
- Walker, R. (1987).** Land Use Transition and Deforestation in Developing Countries. Geographical Analysis. Vol. 19. pp. 18-30. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1987.tb00111.x>