Especies agroforestales del Perú

Listado anotado y contribución a la priorización para la conservación de recursos genéticos

Costa Coast

Selva Amazon

Sierra Andes

Agroforestry species of Peru

Annotated list and contribution to prioritization for genetic resource conservation

Especies agroforestales del Perú

Listado anotado y contribución a la priorización para la
conservación de recursos genéticos

Costa
Coast

Selva
Amazon

Sierra
Andes

Agroforestry species of Peru

Annotated list and contribution to priorization for genetic resource
conservation

Jéssica M. Cerrón-Macha, Juan D. del Castillo, Jean C. Valverde-Quiroz
y Jonathan P. Cornelius

LIMITED
CIRCULATION

Cita correcta: Cerrón-Macha J.N. del Castillo J.D, Valverde-Quiroz, J.C., Cornelius J.P. 2018. Especies agroforestales del Perú: Listado anotado y contribución a la priorización para la conservación genética. Documento de Trabajo número 289. Centro Internacional de Investigación Agroforestal, Lima, Peru. DOI: <http://dx.doi.org/10.5716/WP18029.PDF>

Correct citation: Cerrón-Macha J.N. del Castillo J.D, Valverde-Quiroz, J.C., Cornelius J.P. 2018. Agroforestry species of Peru: annotated list and contribution to prioritization for genetic conservation. Working paper number 289. World Agroforestry Centre, Lima, Peru. DOI: <http://dx.doi.org/10.5716/WP18029.PDF>

Los títulos de la Serie de Documentos de Trabajo tienen por objeto difundir los resultados provisionales de la investigación y las prácticas agroforestales y estimular la retroalimentación de la comunidad científica. Otras series de publicaciones del Centro Agroforestal Mundial incluyen Manuales Técnicos, Documentos Ocasionales y la Serie 'Árboles para el Cambio'

Titles in the Working Paper Series aim to disseminate interim results on agroforestry research and practices and stimulate feedback from the scientific community. Other publication series from the World Agroforestry Centre include Technical Manuals, Occasional Papers and the 'Trees for Change' Series.

Publicado por el Centro Internacional de Investigación Agroforestal
Published by the World Agroforestry Centre
United Nations Avenue
PO Box 30677, GPO 00100
Nairobi, Kenya
Tel: +254(0)20 7224000, via USA +1 650 833 6645
Fax: +254(0)20 7224001, via USA +1 650 833 6646
Email: worldagroforestry@cgiar.org
Website: www.worldagroforestry.org

© World Agroforestry Centre 2018
Documento de Trabajo No: 289
Working Paper No: 289

Fotos/Photos: Jonathan P. Cornelius

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no necesariamente las del Centro Internacional de Investigación Agroforestal. Esta publicación pueden ser citados o reproducidos sin costo alguno, siempre que se cite la fuente. Todas las imágenes son propiedad exclusiva de su fuente y no pueden ser utilizadas para ningún propósito sin el permiso escrito de la fuente.

The views expressed in this publication are those of the authors and not necessarily those of the World Agroforestry Centre. This publication may be quoted or reproduced without charge, provided the source is acknowledged. All images remain the sole property of their source and may not be used for any purpose without written permission of the source.

Acerca de los autores / About the authors

Jéssica Marith Cerrón-Macha

Consultora Forestal de ICRAF-Latinoamérica, Ingeniera Forestal por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú / Forestry consultant, ICRAF-Latin America (B.Sc. Forestry, La Molina National Agrarian University, Lima, Perú). CIP-ICRAF, Apartado 1558, Lima 12, Peru (jessicamcerronm@gmail.com).

Juan Diego del Castillo

Consultor Forestal de ICRAF-Latinoamérica, Biólogo por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú / Forestry consultant, ICRAF-Latin America, B.Sc. Biology, La Molina National Agrarian University, Lima, Peru. CIP-ICRAF, Apartado 1558, Lima 12, Peru (j.delcastilloruiz@gmail.com).

Jean Carlos Valverde-Quiroz

Investigador en ICRAF-Latinoamérica, Ingeniero en Ciencias Forestales y Magister Scientiae en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú / Researcher, ICRAF-Latin America, B.Sc. Forest Sciences, M.Sc. in Environmental Sciences, La Molina National Agrarian University, Lima, Peru. CIP-ICRAF, Apartado 1558, Lima, Perú (j.valverde@cgiar.org).

Jonathan Philip Cornelius

Coordinador Regional de ICRAF para América Latina, Profesor Asociado Adjunto, Universidad James Cook, Cairns, Queensland, Australia / ICRAF Regional Coordinator for Latin America, Adjunct Associate Professor, James Cook University, Cairns, Queensland, Australia. CIP-ICRAF, Apartado 1558, Lima 12, Peru (j.cornelius@cgiar.org).

Abstracto

En el 2017, el ICRAF inició un proceso de priorización destinado a orientar sus futuras actividades de bancos de germoplasma en Perú. En el presente informe, se documenta la primera etapa de este proceso. La priorización se realizó en dos etapas principales. En primer lugar, se generó una lista de especies agroforestales peruanas. Segundo, se evaluó el estado de conservación de las especies. Para fines de esta priorización, se optó por una definición amplia de "especie agroforestal", siendo ésta cualquier especie de árbol, palma o arbusto que es manejada activamente por los agricultores. La lista fue compilada con base en reportes de uso en finca en fuentes publicadas y no publicadas, referencias ubicadas en las bases de datos bibliográficas Scopus y Google Scholar, informes y bases de datos inéditas derivadas de investigaciones anteriores del ICRAF. Sólo se consideraron las especies nativas. La evaluación del estado de conservación se basó principalmente en la actual lista oficial de especies de plantas peruanas en peligro de extinción. Se registraron 148 especies agroforestales: 20 en la región costera, 57 en la Sierra y 94 en Selva. Se clasificó como amenazadas a 31 especies: seis en la región costera, 16 en la Sierra y 14 en la Selva., y otros aspectos de la agenda ambiental nacional, es decir, además de la conservación de la biodiversidad. Como paso próximo, se recomienda una segunda etapa de priorización, tomando en cuenta tanto la agenda peruana de restauración, como otros aspectos biológicos y socioeconómicos (incluyendo la biología de las semillas, las prioridades de los pequeños agricultores, y el costo-efectividad de las intervenciones), y la opinión de expertos sobre las especies agroforestales adicionales que deberían ser consideradas para la inclusión en la priorización final.

Palabras clave

Agroforestería, región costera, especies maderables, especies frutales, Sierra, Selva, bosque seco, zonas montañosas, bosque tropical de tierras bajas, recursos genéticos

Abstract

In 2017, ICRAF began a prioritization process aimed at orientating its future genebank activities in Peru. The present report documents the first stage of this process. The prioritization was carried out in two phases. First, a list of Peruvian agroforestry species was generated. Second, the conservation status of the species were evaluated. For purposes of the prioritization, a wide definition of “agroforestry species” was used, i.e. any tree, shrub or palm species actively managed by farmers. The list was compiled based on reports of on-farm use in published and unpublished sources, including references located in the Scopus and Google Scholar databases, project reports, and unpublished databases derived from previous ICRAF research. Only native species were considered. The evaluation of conservation status was based principally on the current official Peruvian list of endangered plant species. 148 agroforestry species were recorded: 20 in the coastal region, 47 in the Andes, and 94 in the Amazon. 31 species were classified as threatened: six in the coastal region, 16 in the Andes and 14 in the Amazon. As a next step, a second prioritization stage is recommended, which should consider the Peruvian land restoration agenda, as well as biological and socioeconomic considerations (including seed biology, smallholder priorities, cost-effectiveness of interventions), and expert opinion regarding additional species that should be included in the final prioritization.

Keywords

Agroforestry, coastal region, timber species, fruit species, Andes, Amazon, dry forest, mountain zones, tropical lowland forest, genetic resources

Agradecimientos / Acknowledgements

Agradecemos a las agencias donantes que apoyaron este trabajo: la Secretaría de Cooperación Técnica del Perú con el CGIAR (STC-CGIAR), los donantes al Fondo del CGIAR quienes apoyan al Programa de Investigación sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (FTA) del CGIAR, y la Plataforma de Bancos de Genes del CGIAR. Una lista completa de los donantes al Fondo del CGIAR está disponible en <http://www.cgiar.org/about-us/our-funders/>.

We gratefully acknowledge the donor agencies who supported this work: the Peruvian Secretariat for Technical Cooperation with the CGIAR (STC-CGIAR), CGIAR Fund Donors to the CGIAR Research Program on Forests, Trees and Agroforestry (FTA), and the CGIAR Genebank Platform. A full list of CGIAR Fund Donors is available at <http://www.cgiar.org/about-us/our-funders/>.

Tabla de contenido

Abstracto	v
Palabras clave.....	v
Agradecimientos	vii
Introducción	1
Métodos.....	5
Especies Agroforestales Peruanas.....	5
Evaluación del estado de conservación.....	7
Resultados	9
Especies agroforestales	9
Estado de conservación.....	9
Discusión.....	20
Especies agroforestales	20
Estado de conservación.....	22
Conclusiones y recomendaciones	24
Referencias.....	27

Table of Contents

Abstract.....	vi
Keywords	vi
Acknowledgements.....	vii
Introduction.....	2
Methods.....	6
Peruvian agroforestry species	6
Assessment of conservation status.....	8
Results.....	10
Agroforestry species	10
Conservation status	10
Discussion	21
Agroforestry species	21
Conservation status	23
Conclusions and recommendations.....	25
References	27

Introducción

Muchas especies agroforestales de importancia mundial son nativas del Perú u otros países neotropicales. Estos incluyen las siguientes:

- Dos importantes cultivos perenne, el cacao (*Theobroma cacao*) y el caucho (*Hevea brasiliensis*) y sus parientes silvestres.
- Especies frutales, como el açai (*Euterpe oleracea*), acerola (*Malpighia emarginata*), chirimoya (*Annona cherimola*), guayaba (*Psidium guajava*), cashew (*Anacardium occidentale*), palta (*Persea americana*), papaya (*Carica papaya*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), guanábana (*Annona muricata*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), zapote (*Manilkara zapota*).
- Especies maderables, como la balsa (*Ochroma pyramidale*), caoba (*Swietenia humilis*, *S. macrophylla*, *S. mahagoni*), ciprés mexicano (*Cupressus lusitanica*) y especies de pino (*Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. tecunumanii*).
- Árboles proveedores de servicio agroecológicos, como *Calliandra calothyrsus*, guaba (*Inga edulis*), *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp, *Prosopis* spp.
- Una variedad de especies asociadas con diversos productos, como el achiote (*Bixa orellana*), la pimienta de Jamaica (*Pimenta dioica*) y la jatropha (*Jatropha curcas*).

Además, en los países neotropicales, los agricultores también valoran y utilizan muchas otras especies de importancia local, nacional o regional (Sotelo *et al.* 1997, Shanley y Medina, 2005).

De los países americanos localizados totalmente en los trópicos, el Perú es el más grande. La región amazónica abarca aproximadamente el 67% del territorio nacional peruano. De otro lado, 84 de las 108 zonas de vida globales de Holdridge están representadas en las tres regiones principales del país (Costa, Selva y Sierra¹). Por lo tanto, no es sorprendente que una amplia gama de especies agroforestales sean nativas del Perú, incluyendo varias de las especies mencionadas anteriormente.

El Perú tiene una larga historia de pérdida de hábitat que continúa en la actualidad. Gran parte del bosque nativo en la cuenca del Pacífico, ubicado en la zona altoandina debajo del límite altitudinal para el crecimiento de los árboles, está ahora reducido a pequeñas áreas relictas. La deforestación es mayor, en términos proporcionales, en el bosque seco costero.

¹ Peruvian Environment Ministry (MINAM):

<http://geoservidor.minam.gob.pe/atlasperu/Default.asp?WCI=PltEcosistemas&WCE=1.2.2>

Introduction

Many agroforestry species of global importance are native to Peru or other neotropical countries. These include the following:

- Two major perennial crops—cacao (*Theobroma cacao*) and rubber (*Hevea brasiliensis*)—and their wild relatives
- Fruit species (e.g. acai (*Euterpe oleracea*), acerola (*Malpighia emarginata*), cherimoya (*Annona cherimola*), guayaba (*Psidium guajava*), cashew (*Anacardium occidentale*), avocado (*Persea americana*), papaya (*Carica papaya*), peach palm (*Bactris gasipaes*), soursop (*Annona muricata*), tree tomato (*Cyphomandra betacea*), zapote (*Manilkara zapota*)
- timber species (e.g. balsa (*Ochroma pyramidale*), mahogany (*Swietenia humilis*, *S. macrophylla*, *S. mahagoni*), Mexican cypress (*Cupressus lusitanica*), and pine species (e.g. *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. tecunumanii*)
- agroecological service trees such as *Calliandra calothyrsus*, *Inga edulis*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp, *Prosopis* spp.
- a variety of species associated with diverse products, such as annatto (*Bixa orellana*), allspice (*Pimenta dioica*) and jatropha (*Jatropha curcas*).

In addition, in all neotropical countries, farmers also value and use many other species of local, national or regional importance (Sotelo et al 1997, Shanley and Medina, 2005).

Peru is the largest country of the Americas located wholly within the tropics. The Amazon region makes up approximately 67% of the national territory. 84 of the 108 Holdridge global life-zones² are represented in the three major regions of the country (coast, Amazon, and Andes). It is therefore unsurprising that a wide range of agroforestry species are native to Peru, including many of the species mentioned above.

Peru has a long history of habitat loss, which is continuing. Much of the native forest in the Pacific watershed of the part of the high Andes that is below the tree-line is now reduced to small relict areas. Deforestation is highest, in proportional terms, in the coastal dry forest.

²Peruvian Environment Ministry (MINAM):

<http://geoservidor.minam.gob.pe/atlasperu/Default.asp?WCI=PltEcosistemas&WCE=1.2.2>

Asimismo, aunque gran parte de la vasta selva amazónica del Perú está intacta, algunas Regiones³ como San Martín están fuertemente deforestadas, mientras que la deforestación anual en la Amazonía peruana en general es del orden de 100.000 ha.

A nivel mundial, el ICRAF mantiene un banco de genes de 162 especies agroforestales, incluyendo tanto colecciones de semillas como plantaciones en campo⁴. Las especies neotropicales están bien representadas en esta colección (42 especies). Sin embargo, sólo dos especies (*Bactris gasipaes* y *Jatropha curcas*) se encuentran en bancos de genes de campo, y todas menos siete de las otras especies, y más del 99% de las accesiones neotropicales individuales, son especies leguminosas mesoamericanas. Por lo tanto, el ICRAF, y en particular el ICRAF-Latinoamérica, está interesado en ampliar las existencias de especies neotropicales, en particular con respecto a las especies agroforestales en peligro de extinción y las poblaciones de América del Sur. En consecuencia, en el 2017 el ICRAF inició un proceso de priorización destinado a orientar sus futuras actividades de bancos de germoplasma en Perú.

En el presente informe se documenta la primera etapa de este proceso, con el propósito de que sirva como punto de partida para consultas y discusiones con los socios nacionales y las autoridades competentes, así como para futuras actividades de investigación y desarrollo.

Las especies agroforestales son, por definición, especies útiles para la población rural; por lo tanto, en cierto sentido, el concepto de "especie agroforestal amenazada" puede parecer contradictorio: si un taxón es utilizado y valorado, entonces puede no estar claro cómo o por qué puede estar en peligro. De hecho, muchas especies agroforestales no están amenazadas precisamente debido a su amplio uso y propagación. Sin embargo, hay una serie de factores que ponen en peligro la integridad y la supervivencia de las especies agroforestales, como se describe a continuación.

En primer lugar, no sólo las especies en sí son de interés y valor; de hecho, la preocupación especial del presente estudio es la conservación *genética*, que hace hincapié en la conservación de la variación dentro de las especies, incluida la de origen natural, así como de las razas locales y los cultivares. Esta diversidad puede verse amenazada por la destrucción del hábitat debido al cambio en el uso de la tierra o a la fragmentación en partes o en todas las áreas de distribución de las especies, o, en el caso de las especies domesticadas, por el desplazamiento de las variedades tradicionales y por cambios, tal vez transitorios, en las preferencias de los consumidores.

³ División geopolítica en el Perú, equivalente a los antiguos departamentos. Las mayúsculas se emplean en todas partes para distinguir este sentido geopolítico, más estrecho que el de "región" de sentido general.

⁴ <http://www.worldagroforestry.org/products/grunew/index.php/seeds>

Although much of Peru's vast Amazon forest is intact, some Regions⁵, such as San Martín, are heavily deforested, while, overall, annual deforestation in the Peruvian Amazon is of the order of 100,000 ha.

Globally, ICRAF maintains a genebank of 162 agroforestry species, including both seed holdings and field plantings⁶. Neotropical species are well-represented in this collection (42 species). However, only two species (*Bactris gasipaes* and *Jatropha curcas*) are held in field genebanks, and all but seven of the other species, and >99% of the individual neotropical accessions, are mesoamerican leguminous species. ICRAF, and particularly ICRAF-Latin America, is therefore interested in broadening its holdings of neotropical species, particularly with respect to endangered agroforestry species and populations of South America. Consequently, in 2017 ICRAF initiated a prioritization process aimed at guiding its future genebank activities in Peru.

The present report documents the first stage of this process. It is intended as a departure point for consultations and discussions with national partners and competent authorities and for future research and development activities.

Agroforestry species are, by definition, species useful to rural people. Therefore, in a sense, the concept of the 'endangered agroforestry species' might seem contradictory: if a taxon is used and valued, then it may not be clear how or why it can be endangered. Indeed, many agroforestry species are unthreatened precisely due to their wide use and propagation. However, a number of factors nevertheless pose threats to the integrity and continued survival of agroforestry species, as outlined below.

First, it is not only the species as such that is of interest and value; indeed, the special concern of the present study is with *genetic* conservation, which emphasizes the conservation of within-species variation, including that of natural origin as well as landraces and cultivars. Such diversity may be threatened by habitat destruction due to land-use change or fragmentation in parts or all of species' ranges, or, in the case of domesticates, through displacement of traditional varieties and changes, perhaps transitory, in consumer preferences.

Second, unsustainable harvesting may lead to local extinctions. Useful or valuable species are often unsustainably managed; short-term needs may prevail or, in other cases, the interests of the majority may be overridden by those of local elites, e.g. in the case of precious timber species.

⁵ Geopolitical division in Peru, equivalent to the former departments. Capitals are employed throughout to distinguish this narrower, geopolitical sense of 'region' from the general sense.

⁶ <http://www.worldagroforestry.org/products/grunew/index.php/seeds>

En segundo lugar, el manejo insostenible puede conducir a extinciones locales. Las especies útiles o valiosas a menudo se manejan de forma insostenible; las necesidades a corto plazo pueden prevalecer o, en otros casos, los intereses de la mayoría pueden ser superados por los de las élites locales, por ejemplo, en el caso de las especies maderables preciosas.

Tercero, los factores ambientales fuera del control de la población local pueden afectar el estado de las especies y poblaciones, por ejemplo, el cambio climático (ver Chepstow-Lusty y Winfield (2000) para los efectos históricos del cambio climático en *Alnus acuminata* en los Andes, y Whaley *et al* (2010a) para el trastorno patológico que actualmente afecta a algunas poblaciones de *Prosopis* spp. de la costa peruana).

Métodos

La priorización se realizó en dos etapas principales: en primer lugar, se generó una lista de especies agroforestales peruanas. Segundo, se evaluó el estado de conservación de las especies.

Especies Agroforestales Peruanas

Para fines de esta priorización, se optó por una definición amplia de "especie agroforestal", siendo ésta cualquier especie de árbol, palma o arbusto que es manejada activamente por los agricultores. Esto refleja los amplios conceptos prevalecientes de la agroforestería, tales como "un nombre colectivo para los sistemas de uso de la tierra en los que las plantas leñosas perennes...están integradas en el sistema agrícola" (FAO 2013) o, más ampliamente aún, el uso de la tierra que combina aspectos de la agricultura y la silvicultura, incluyendo el uso agrícola de los árboles (van Noordwijk *et al.* 2016).

La lista fue compilada con base en reportes de uso en finca en fuentes publicadas y no publicadas, incluyendo libros y artículos (Brack 2003; Meza y Cornelius 2006; Reynel y Felipe-Morales 1987; Reynel *et al.* 2003, 2006; Whaley *et al.* 2010a, 2010b; Reynel, Pennington y Pennington 2016), referencias ubicadas en las bases de datos bibliográficas Scopus y Google Scholar⁷, informes inéditos (Cerrón *et al.* 2017; Robiglio *et al.* 2018; Valdivia-Díaz y Mathez-Stiefel 2015a, 2015b) y bases de datos inéditas derivadas de investigaciones anteriores del ICRAF. Sólo se consideraron las especies nativas del Perú; este criterio excluye no sólo las introducciones recientes como *Eucalyptus* spp., sino también varias especies domesticadas que

⁷ Términos de búsqueda para las dos bases de datos: agroforest* OR silvopast* OR "callejón" OR "barbecho* mejorado*" OR "huert* caser*" OR frut** AND Per*. Ver también el Anexo 1.

Third, environmental factors outside the control of local people may affect the status of species and populations, e.g. climate change (e.g. see Chepstow-Lusty and Winfield (2000) for the case of historical climate change effects on *Alnus acuminata* in the Andes, and Whaley et al (2010a) for the pathological disorder currently affecting some Peruvian coastal populations of *Prosopis* spp.

Methods

We did the prioritization in two main stages. First, we generated a list of Peruvian agroforestry species. Second, we evaluated their conservation status.

Peruvian agroforestry species

We followed a wide definition of ‘agroforestry species’, as any tree, palm, or shrub species that is actively managed by farmers. This reflects prevailing wide concepts of agroforestry, such as ‘a collective name for land-use systems where woody perennials ... are integrated in the farming system’ (FAO 2018) or, more widely still, land use that combines aspects of agriculture and forestry, including the agricultural use of trees (van Noordwijk et al 2016).

The list was compiled based on reports of on-farm use in published and unpublished sources, including articles and books (Brack 2003; Meza and Cornelius 2006; Reynel and Felipe-Morales 1987; Reynel et al. 2003, 2006; Whaley et al 2010a, 2010b, Reynel, Pennington and Pennington 2016), references located in the bibliographic databases Scopus and Google Scholar⁸, unpublished reports (Cerrón et al. 2017; Robiglio et al. 2018; Valdivia-Díaz and Mathez-Stiefel 2015a, 2015b) and unpublished databases derived from previous ICRAF research. We consider only species native to Peru. This criterion excludes not only recent introductions such as *Eucalyptus* spp., but also a number of domesticated species now thought to be of Mesoamerican origin (the *Annona* genus, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Spondias purpurea*) (Larranaga et al. 2017).

This process initially yielded a ‘long list’ that included many species whose inclusion probably reflects merely use, rather than active management, while also probably arbitrarily excluding many other species that are occasionally or regularly used by farmers. To avoid such arbitrariness, we excluded from the final list all species that did not meet at least one of the following criteria, according to our sources: (a) used for specific agroecological services, e.g.

⁸ Search terms for both: agroforest* OR silvopast* OR "alley" OR "improved fallow*" OR "home garden*" OR fruit** AND Peru*. See also Annex 1.

ahora se cree que son de origen mesoamericano (el género *Annona*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Spondias purpurea*) (Larranaga *et al.* 2017).

Este proceso inicialmente dio lugar a una "extensalista" que incluía muchas especies cuya inclusión probablemente refleja simplemente el uso, en lugar de la gestión activa, mientras que también excluía arbitrariamente muchas otras especies que son ocasional o regularmente utilizadas por los agricultores. Para evitar tal arbitrariedad, se excluyó de la lista final a todas las especies que no cumplían al menos uno de los siguientes criterios, según nuestras fuentes: a) se utilizan para servicios agroecológicos específicos, por ejemplo, sombra para cultivos perennes, cortinas rompevientos, cercos vivos; b) son plantadas regularmente por pequeños agricultores; d) se utilizan para forraje para el ganado; e) son especies domesticadas o sus congéneres silvestres. Se consideró que la lista resultante es relativamente conservadora, es decir, que una mayor investigación y consulta puede conducir a la adición de más especies.

Se enumeró las especies según la(s) región(es) (costa, Andes, Amazonas) de la(s) cual(es) son nativas; en la gran mayoría de los casos, esto también corresponde a donde son más utilizadas. Algunas especies aparecen en más de una lista regional. Los 'Andes tropicales' ('selva alta', 'ceja de selva') son clasificados como Selva; por lo tanto, las especies clasificadas como de la Sierra son las de la cuenca más seca del Pacífico y los valles interandinos. También están incluidos los usos de cada especie. Esto no es sencillo, ya que 'uso' abarca conceptos tanto de producto final como de servicios agroecológicos, y la mayoría de las especies producen más de un bien o servicio. En consecuencia, nuestras clasificaciones se basan en el uso principal o dominante, utilizando las siguientes categorías: servicios agroecológicos, alimentos (principalmente frutas), medicina, otros, y múltiples propósitos (cuando es difícil identificar un solo uso dominante). La asignación del uso dominante se hizo en base a las fuentes mencionadas y a nuestras propias observaciones y experiencias.

Evaluación del estado de conservación

La evaluación del estado de conservación se basó principalmente en la actual lista oficial de especies de plantas peruanas en peligro de extinción (Minagri 2006), complementada por guías dendrológicas (Reynel *et al.* 2003, 2006) y otras fuentes citadas posteriormente. Asimismo, se complementó estas fuentes con evaluaciones basadas en nuestras propias observaciones y experiencia.

shade for perennial crops, windbreaks, living fences; (b) regularly planted by smallholders; (d) used for livestock fodder (e) domesticated species or their wild congeners. We consider the resulting shortlist to be relatively conservative, i.e. that further research and consultation may lead to more species being added.

We list the species by the broad region(s) (Coast, Andes, Amazon) to which they are native; in the great majority of cases, this also corresponds to where they are most used. Some species appear in more than one regional list. The ‘tropical Andes’ (*‘selva alta’*, *‘ceja de selva’*) are classed as Amazon; consequently, the species classed as ‘Andean’ are those of the drier Pacific watershed and inter-Andean valleys. We also include uses of each species. This is not straightforward, as it covers concepts of both end-product and agroecological services, and most species produce more than one good or service. Consequently, our classifications are based on principal or dominant use, using the following categories: agroecological services, timber, food (mostly fruits), medicine, others, and multiple purposes (when it is difficult to identify a single dominant use). The assignment of dominant use was made based on the sources mentioned and our own observations and experience.

Assessment of conservation status

Conservation status was assessed based principally on the current official list of endangered Peruvian plant species (Minagri 2006), supplemented by guides to trees of the Amazon and Andes and Amazon (Reynel et al 2003, 2006), other publications cited below, and assessments based on our own observations and experience.

Resultados

Especies agroforestales

En total se registraron 148 especies: 20 en la región costera, 57 en la Sierra y 94 en Selva (no suman 148 porque algunas especies son nativas de más de una región) (Tablas 1, 2 y 3).

En la Selva, el uso dominante más común por especies fue la madera (30 especies), seguido por los alimentos y usos múltiples (20 y 22 respectivamente), los servicios agroecológicos (17), la medicina (4) y otros (1). En la Sierra, el uso dominante más común por especies fue el uso múltiple (23 especies), seguido por los servicios agroecológicos (21 especies), alimentos (5 especies), madera y medicamentos (4 especies cada uno). En la Costa, el uso dominante más común por especies fue para usos múltiples (10 especies), seguido de los usos agroecológicos (6 especies), alimentos (2 especies) y medicinas (2 especies). Sin embargo, estas cifras ocultan la versatilidad de la mayoría de las especies. Por ejemplo, alrededor de la mitad de las 148 especies tenían algún uso medicinal reportado.

Estado de conservación

Se clasificó como amenazadas a 31 especies: seis en la región costera (Tabla 4), 16 en la Sierra (Tabla 5) y 14 en la Selva (Tabla 6) (no suman 30 porque algunas especies son amenazadas en más de una región).

Results

Agroforestry species

We list 148 species: 20 in the coastal region, 57 in the Andean region, and 94 in the Amazon region (these do not sum to 148 because some species are native to more than one region) (Tables 1, 2 and 3).

In the Amazon, the most common dominant use by species was timber (30 species), followed by food and multiple uses (20 and 22), agroecological services (17), medicine (4) and others (1). In the Andes, the most common dominant use by species was multiple uses (23 species), followed by agroecological services (21 species), food (5 species), timber and medicinals (4 species each). In the coast, the most common dominant use by species was for multiple uses (10 species), followed by agroecological services (6 species), food (2 species), and medicine (2 species). However, these figures obscure the versatility of most species. For example, around half of the 148 species had some reported medicinal use.

Conservation status

We classified 31 species as threatened: six in the coastal region (Table 4), 16 in the Andean region (Table 5), and 14 in the Amazonian region (Table 6) (these do not sum to 30 because some species are native to more than one region).

Tabla 1. Especies agroforestales de la región costera peruana / Agroforestry species of the Peruvian coastal region

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	molle; multiple
Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	malco, marco; multiple
Asteraceae	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A. Gray	chilca, chilco macho; medicina / medicine
Asteraceae	<i>Ophryosporus chilca</i> (Kunth) Hieron.	pilhuish; servicios agroecológicos / agroecological services
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i> Lam.	sanguarco, chánguano; servicios agroecológicos / agroecological services palo santo; medicina / medicine
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	vichayo, guayabito de los gentiles; multiple
Capparaceae	<i>Beautempsia avicenniifolia</i> (Kunth) Gaudich.	sapote; multiple
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	pájaro bobo; multiple
Compositae	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	espino; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Acacia macrocantha</i> Humb & Bonpl. Ex Willd.	tara, taya, tanino; multiple
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	pacae; alimento / food
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	uña de gato, palo verde; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	tompe trapo; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. Ex Hook. & Arn) Harms	huarango; multiple
Fabaceae	<i>Prosopis limensis</i> Benth. ¹	algarrobo; multiple
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i> (Willd.) Kunth ¹	mutuy, pacte; multiple
Fabaceae	<i>Senna birostris</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	negrita, uña de gato; servicios agroecológicos / agroecological services
Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Weberb.	sauce; multiple
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	pepino dulce; alimento / food
Solanaceae	<i>Solanum muricatum</i> Aiton	

¹ Clasificadas aquí como especies separadas, siguiendo a Mom et al. 2002, Whaley et al. 2010 / Classed here as separate species, following Mom et al. 2002, Whaley et al., 2010

Tabla 2. Especies agroforestales de la Sierra peruana / Agroforestry species of the Peruvian Andes

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	molle; multiple
Araliaceae	<i>Oreopanax oroyanus</i> Harms	maqui-maqui; madera / timber
Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	malco, marco; multiple
Asteraceae	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A. Gray	chilca; chilco macho; medicinal
Asteraceae	<i>Baccharis tricuneata</i> (L.f.) Pers.	chilca, tayanku; multiple
Asteraceae	<i>Barnadesia dombeyana</i> Less.	yauli; servicios agroecológicos / agroecological services
Asteraceae	<i>Barnadesia horrida</i> Muschl.	yauli; servicios agroecológicos / agroecological services
Asteraceae	<i>Barnadesia polyacantha</i> Wedd.	yauli; servicios agroecológicos / agroecological services
Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav.	chinchilcuma; servicios agroecológicos / agroecological services
Asteraceae	<i>Ophryosporus chilca</i> (Kunth) Hieron.	pilhuish; servicios agroecológicos / agroecological services
Asteraceae	<i>Verbesina hastifolia</i> S.F. Blake	putka; servicios agroecológicos / agroecological services
Berberidaceae	<i>Berberis cliffortioides</i> Diels	chejeche; servicios agroecológicos / agroecological services
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	aliso; madera / timber
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	huanhuai; multiple
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	palo santo; medicina / medicine
Calceolareaceae	<i>Calceolaria linearis</i> Ruiz & Pav.	zapatito, globito, romero silvestre; servicios agroecológicos / agroecological services
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	sapote; multiple
Caprifoliaceae	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	sauco; alimento / food
Caricaceae	<i>Carica candicans</i> A. Gray	mito, papaya silvestre; alimento / food
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. Ex J. St. Hil.) Hoerold	manzanilla; multiple
Ericaceae	<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth	alaywilli, piki piqchana; multiple
Escalloniaceae	<i>Escallonia resinosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	chachacoma; madera / timber
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania obtusifolia</i> Pax & K. Hoffm.	vinagrillo; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Acacia weberbaueri</i> Harms	atach; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	tara, taya, tanino; multiple
Fabaceae	<i>Chamaecrista glandulosa</i> (L.) Greene	mutuy; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> Micheli	pisonay, pajuro, poroto; multiple
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	pisonay; multiple
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	paca; alimento / food
Fabaceae	<i>Senna birostris</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	mutuy, pacte; multiple
Fabaceae	<i>Spartium junceum</i> L.	retama; servicios agroecológicos / agroecological services
Grossulariaceae	<i>Ribes cuneifolium</i> Ruiz & Pav.	yanacanchi, servicios agroecológicos / agroecological services
Grossulariaceae	<i>Ribes viscosum</i> Cels ex Dum.Cours.	yanahara; multiple

Tabla 2. (continuación). Especies agroforestales de la Sierra peruana / Agroforestry species of the Peruvian Andes

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Melastomataceae	<i>Brachyotum naudinii</i> Triana	jaiajsiqui, gauintsaj; servicios agroecológicos / agroecological services
Meliaceae	<i>Cedrela angustifolia</i> DC. ¹	cedro de altura, cedro; madera / timber
Onagraceae	<i>Fuchsia abrupta</i> I.M.Johnst.	ucrush; servicios agroecológicos / agroecological services
Polemoniaceae	<i>Cantua buxifolia</i> Juss. ex Lam	cantuta; multiple
Polygonaceae	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.	upraychucro; servicios agroecológicos / agroecological services
Rhamnaceae	<i>Colletia spinosissima</i> J.F.Gmel.	chichi, roque; servicios agroecológicos / agroecological services
Rosaceae	<i>Hesperomeles cuneata</i> Lindl.	caputo; multiple
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i> Kunth	queñua, yagual, quinal; multiple
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	quinal; multiple
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	sauce; multiple
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	chamana; multiple
Saxifragaceae	<i>Ribes cuneifolium</i> Ruiz & Pav.	yanacanchi; multiple
Scrophulariaceae	<i>Buddleja coriacea</i> Remy	colle, culli, orco-quishuar, puna-quishuar; multiple
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	quishuar, quishuara; multiple
Scrophulariaceae	<i>Buddleja longifolia</i> Kunth	quisuar; multiple
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> × <i>candida</i> Pers.	floripondio blanco; medicina / medicine
Solanaceae	<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D.Don	floripondio rojo; medicina / medicine
Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.	yervasanta; servicios agroecológicos / agroecological services
Solanaceae	<i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pav.	yervasanta; multiple
Solanaceae	<i>Cyphomandra betacea</i>	tomarillo; alimento / food
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i> (Meyen) Dammer	tantar; servicios agroecológicos / agroecological services
Solanaceae	<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl.	tantar; servicios agroecológicos / agroecological services
Solanaceae	<i>Solanum muricatum</i> Aiton	pepino dulce; alimento / food
Solanaceae	<i>Solanum nitidum</i> Ruiz & Pav.	arete, chilpe; servicios agroecológicos / agroecological services

¹Including *C. lilloi*

Tabla 3. Especies agroforestales de la Amazonía peruana / Agroforestry species of the Peruvian Amazon

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	molle; multiple
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	ubos; alimento / food
Annonaceae	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	carahuasca; multiple
Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	anona, nona; alimento / food
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	trompetilla; multiple
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	muesca huayo; madera / timber
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	huicungo, chonta; alimento / food
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer	shapaja, shebón; multiple
Arecaceae	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	shapaja; multiple
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	pijuayo; alimento / food
Arecaceae	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav.	yarina, tagua, marfil vegetal; multiple
Asteraceae	<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	malco, marco; multiple
Berberidaceae	<i>Berberis lutea</i> Ruiz & Pav.	chejche; servicios agroecológicos / agroecological services
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	guayacan; madera / timber
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	tahuari; madera / timber
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	huaranhuai; multiple
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	achiote; alimento / food
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	añayo caspi, chullachaqui, laurel; madera / timber
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	atadijo; servicios agroecológicos / agroecological services
Celastraceae	<i>Maytenus andicola</i> Loes.	paltay-paltay; multiple
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	palo asufre, lagarto Caspi; madera / timber
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i> H. Karst.	metahuayo; alimento / food
Euphorbiaceae	<i>Croton draconoides</i> Mueller Arg	sangre de grado; medicinal
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg.	shiringa; others
Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i> J.F. Macbr.	pashaco; madera / timber
Fabaceae	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes	albizia; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	varzea; madera / timber
Fabaceae	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> (Ducke) Ducke	tornillo; madera / timber
Fabaceae	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	shihuahuaco; madera / timber
Fabaceae	<i>Erythrina ulei</i> Harms	eritrina, amasisa, pisonay, oropel; multiple
Fabaceae	<i>Inga adenophylla</i> Pittier	pacae, shimbillo, pacae mono; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga densiflora</i> Benth.	pacae, servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	guaba, guabilla, pairajo, pacae sogá; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	pacae; servicios agroecológicos / agroecological services

Tabla 3 (continuación). Especies agroforestales de la Amazonía peruana / Agroforestry species of the Peruvian Amazon

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth.	pacae, guaba; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga semialata</i> (Vell.) C. Mart.	pacae, guaba, ajo ajo; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	guaba, pacae machete; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	shimbillo; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Inga velutina</i> Willd.	shimbillo, pacae peludo; servicios agroecológicos / agroecological services; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Machaerium inundatum</i> (Benth.) Ducke	pashaco; servicios agroecológicos / agroecological services
Fabaceae	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	pashaco; madera / timber
Fabaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i> Ducke	pino chuncho, pashaco; madera / timber
Flacourtiaceae	<i>Xylosma tessmannii</i> Sleumer	palupero, christo-casha; servicios agroecológicos / agroecological services
Grossulariaceae	<i>Ribes viscosum</i> Cels ex Dum.Cours.	yanahara; multiple
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	pichirina; servicios agroecológicos / agroecological services
Icacinaceae	<i>Poraqueiba sericea</i> Tul.	umari; alimento / food
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	nogal; madera / timber
Lamiaceae	<i>Vitex pseudolea</i> Rusby	paliperro; multiple
Lauraceae	<i>Aniba robusta</i> (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Mez	moena amarilla; madera / timber
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> Mez	laurel, moena; madera / timber
Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	moena; madera / timber
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	castaña; alimento / food
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	indano; alimento / food
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	lupuna, huimba, lupuna blanca; madera / timber
Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i> (Mart. & Zucc.) K. Schum	huimba, lupuna, huimba negra; madera / timber
Malvaceae	<i>Guazuma crinita</i> Mart.	bolaina blanca; madera / timber
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	bolaina, bolaina negra; multiple
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	topa, palo balsa; madera / timber
Malvaceae	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	sapote, carahuasca; alimento / food
Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i> Humb. & Bonpl.	macambo; alimento / food
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	cacao, cacao silvestre; alimento / food
Malvaceae	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	cacao sachá; alimento / food
Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	cacahuillo; alimento / food
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	cacharana, cedro macho, cedro masha, requia negra; madera / timber
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	requia, andiroba; multiple

Tabla 3 (continuación). Especies agroforestales de la Amazonía peruana / Agroforestry species of the Peruvian Amazon

Familia / Family	Especie / Species	Nombre común / Common name; uso dominante / dominant use
Meliaceae	<i>Cedrela angustifolia</i> DC. ¹	cedro de altura, cedro, madera / timber
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro; madera / timber
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro; madera / timber
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	caoba; madera / timber
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	panguana, manchinga; multiple
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	cerezo; multiple
Myrtaceae	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	arazá; alimento / food
Myrtaceae	<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh	camu camu; alimento / food
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	olivo, saucecillo, ulcumano; madera / timber
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	romerillo hembra, ulcumano; servicios agroecológicos / agroecological services
Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	ulcumano, aserillo, romerillo macho, diablo fuerte; madera / timber
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> G. Perkins	shaina, bolaina negra; madera / timber
Rosaceae	<i>Hesperomeles lanuginosa</i> Ruiz & Pav. ex Hook.	manzanito, mayu; servicios agroecológicos / agroecological services
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook.f. ex K. Schum.	capirona, capirona negra; madera / timber
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	huito; multiple
Rubiaceae	<i>Uncaria tomentosa</i> (Willd. ex Schult.) DC.	uña de gato; medicinal
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	hualajita, hualaja; multiple
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	sauce; multiple
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	chamana; multiple
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	tingana; madera / timber
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	caimito; alimento / food
Sapotaceae	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	lúcuma; alimento / food
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	marupá, cedro blanco; madera / timber
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	tuple, macapaqui, toque; multiple
Solanaceae	<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	floripondio rojo; medicinal
Solanaceae	<i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J. Presl	toé, medicinal
Solanaceae	<i>Solanum nitidum</i> Ruiz & Pav.	arete, chilpe; multiple
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	uvilla; alimento / food

¹Including *C. lilloi*

Table 4. Especies agroforestales amenazadas de la región costera peruana / Endangered agroforestry species of the Peruvian coastal region

Familia / Family	Especie / Species	Justificación / Justification
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006); poblaciones restringidas con fuerte presión de tala / populatons restricted, strong harvesting pressure (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Capparaceae	<i>Beautempsia avicenniifolia</i> (Kunth) Gaudich.	Escasa en Ica (Whaley <i>et al.</i> 2010) y probablemente en otros lugares
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Poblaciones de las lomas costeras fuertemente afectadas por la tala y destrucción del hábitat / Populations in coastal 'fog hills' strongly affected by habitat destruction and harvesting
Fabiaceae	<i>Prosopis limense</i>	Poblaciones reducidas por la sobreexplotación y la degradación del hábitat; muchas están actualmente amenazadas debido al síndrome de muerte regresiva (Wharley <i>et al.</i> 2010) Populations depleted by overharvesting and habitat degradation; many populations currently under threat due to dieback syndrome (Wharley <i>et al.</i> 2010)
Fabaceae	<i>Prosopis pallida</i>	Poblaciones reducidas por la sobreexplotación y la degradación del hábitat; muchas están actualmente amenazadas debido al síndrome de muerte regresiva (Wharley <i>et al.</i> 2010) Populations depleted by overharvesting and habitat degradation; many populations currently under threat due to dieback syndrome (Wharley <i>et al.</i> 2010)

Table 5. Especies agroforestales amenazadas de la Sierra peruana / Endangered agroforestry species of the Peruvian Andes

Familia / Family	Especie / Species	Justificación / Justification
Araliaceae	<i>Oreopanax oroyanus</i>	Muy afectada, poblaciones muy escasas, risk of extinction; Very depleted, populations rare, risk of extinction (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Vulnerable (Minagri, 2006)
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006); poblaciones restringidas con fuerte presión de tala / populatons restricted, strong harvesting pressure (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Caprifoliaceae	<i>Sambucus peruviana</i>	Cultivada ampliamente, pero rara en estado silvestre; poblaciones nativas fuertemente afectada / Widely cultivated, but rare in wild state; native populations strongly depleted (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Caricaceae	<i>Carica candicans</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Escalloniaceae	<i>Escallonia resinosa</i>	Afectada por tala intensa, en peligro / Affected by intense harvesting pressure, endangered (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Poblaciones fuertemente afectadas por la tala y destrucción del hábitat / Populations in strongly affected by habitat destruction and harvesting
Grossulariaceae	<i>Ribes viscosum</i>	Muy afectada, poblaciones muy escasas / Very depleted, populations rare, risk of extinction (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Meliaceae	<i>Cedrela angustifolia</i>	Amenazada / threatened (Minagri, 2006)
Polemoniaceae	<i>Cantua buxifolia</i>	Casi amenazada / Near-threatened (Minagri, 2006)
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja coriacea</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Scrophulariaceae	<i>Buddleja longifolia</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)

Table 6. Especies agroforestales amenazadas de la Amazonía peruana / Endangered agroforestry species of the Peruvian Amazon

Family	Species	Specific threats
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	Casi amenazada / Near-threatened (Minagri, 2006)
Areaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Se refiere específicamente a la raza local Pampa Hermosa de Yurimaguas, Loreto, que se encuentra en riesgo debido a los proyectos de infraestructura y su rango restringido de ocurrencia / Refers specifically to the Pampa Hermosa landrace from Yurimaguas, Loreto, at risk due to infrastructure projects and its restricted range of occurrence
Fabaceae	<i>Dipteryx micrantha</i>	Individuals scarce, seed difficult to obtain
Grossulariaceae	<i>Ribes viscosum</i>	Muy afectada, poblaciones muy escasas, risk of extinction; Very depleted, populations rare, risk of extinction (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Casi amenazada / Near-threatened (Minagri, 2006)
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Casi amenazada / Near-threatened (Minagri, 2006)
Meliaceae	<i>Cedrela angustifolia</i>	Amenazada / threatened (Minagri, 2006)
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Vulnerable (Minagri, 2006)
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Vulnerable (Minagri, 2006)
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Vulnerable (Minagri, 2006)
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	En peligro crítico / in critical danger (Minagri, 2006)
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys montana</i>	Endangered (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	Endangered (Reynel <i>et al.</i> 2006)
Rosaceae	<i>Hesperomeles lanuginosa</i>	Low densities of individuals per species (Reynel <i>et al.</i> 2006)

Discusión

Especies agroforestales

En cuanto al listado de especies agroforestales, se destacan dos características de los resultados: (a) el gran número de especies agroforestales en la región amazónica en relación con la Sierra, y en estas dos en relación con la región costera (b) las diferencias en la importancia relativa de los diferentes usos entre las regiones. Nuestro estudio no tenía como objetivo identificar las causas de tales tendencias; sin embargo, se pueden hacer algunas observaciones preliminares.

En primer lugar, la Selva ocupa una mayor proporción del territorio nacional peruano que la Sierra y la Costa juntos, y la cubierta terrestre en la Amazonía (excluyendo los cuerpos de agua) es casi exclusivamente forestal, agrícola o agroforestal. Además, el número de especies arbóreas nativas de la Selva peruana es mayor que el de la Sierra y la Costa en varios órdenes de magnitud. Por ambas razones, se esperaría, *a priori*, un mayor número de especies agroforestales en la Selva que en la Costa o la Sierra.

En segundo lugar, en gran parte de la región costera peruana, las precipitaciones anuales se limitan al crecimiento de los árboles y a la propia agricultura. En consecuencia, la riqueza de especies arbóreas, incluida la riqueza de especies agroforestales, en gran parte de esta región es baja. Esto se aplica particularmente al desierto costero que corre casi continuamente desde el sur de Piura hasta la frontera chilena, incluso cerca de cursos de agua permanentes y las lomas costeras.

De otro lado, en la Sierra, el número de especies agroforestales es intermedio, pero todavía sustancial, a pesar de los altos niveles de deforestación, las condiciones de crecimiento hostiles y la diversidad específica mucho más baja que en la Selva. Al igual que en la Selva, el número relativamente alto de especies refleja la importancia de los árboles en los medios de vida de la población rural, en muchos casos proporcionando bienes y servicios no comercializados.

Las frecuencias de las diferentes categorías de uso primario difieren entre las tres regiones. Específicamente, los alimentos y las especies maderables dominan en la Selva, mientras que en la Cordillera de los Andes y la Costa los árboles de uso múltiple y los servicios agroecológicos representan más del 70% del total. Esta divergencia refleja tanto las condiciones agroecológicas como la diversidad biológica. En la Sierra alta, en particular, hay menos especies de alta dimensión, especies rectas aptas para la producción maderera, menor diversidad general de especies y, en la lista de especies, un gran número de especies que suelen ser arbustos o árboles arbustivos. Muchas de estas especies se utilizan como fuentes de bienes y servicios no comercializados (cercos vivos, cortinas rompevientos, carpintería de pequeñas herramientas, leña, escobas, etc.).

Discussion

Agroforestry species

With regard to the listing of agroforestry species, two features of the results stand out: (a) the large number of agroforestry species in the Amazon region relative to the Andes, and in the Amazon and Andes relative to the coast, and (b) the differences in relative importance of different uses between the regions. Our study did not aim at identifying causes of such trends; nevertheless, some preliminary observations may be made.

First, the Amazon occupies a larger proportion of the Peruvian national territory than the Andes and the Coast combined, and land cover in the Amazon (excluding bodies of water) is almost exclusively under forest, agriculture, or agroforestry. Furthermore, the number of tree species native to the Peruvian Amazon is greater than that in the Andes and Coast by several orders of magnitude. For both these reasons, one would expect, *a priori*, a higher number of agroforestry species in the Amazon than in Coast or Andes.

Second, in much of the Peruvian coastal region, annual precipitation is limiting to tree growth and agriculture itself. Consequently, tree species richness, including agroforestry species richness, in much of this region is low. This applies particularly to the coastal desert that runs almost continually from southern Piura to the Chilean border, even near permanent watercourses and fog meadows.

In the Andes, the number of agroforestry species is intermediate, but still substantial, in spite of high levels of deforestation, sometimes difficult growing conditions, and much lower tree species richness than in the Amazon. As in the Amazon, the relatively high number of species reflects the importance of trees in rural people's livelihoods, in many cases providing non-market goods and services.

The frequencies of the different categories of primary use differ between the three regions. Specifically, food and timber species dominate in the Amazon, while in the Andes and Coast multiple-purpose and agroecological service-trees make up >70% of the total. This divergence reflects both agroecological conditions and biological diversity. In the high Andes, in particular, there are fewer high dimension, straight species suitable for timber production, lower overall species diversity, and, in the species list, a large number of species that are usually shrubs or shrubby trees. Many of these species are used as sources of non-marketed goods and services (fences, windbreaks, small-tools carpentry, firewood and kindling, brooms, etc).

La finalidad no es clasificar las especies por importancia o prevalencia de uso. Algunos de estos trabajos se han realizado en la Amazonía (Sotelo al. 2007), con resultados que reflejan varios factores (Cornelius 2009), incluyendo tanto la disponibilidad de especies (es decir, una especie puede ser muy utilizada y considerada 'importante' porque es la especie que está disponible en ese lugar en particular, en lugar de ser necesariamente la especie 'ideal' para ese uso), y el potencial, en lugar del uso actual. Del mismo modo, nuestras listas incluyen especies que pueden ser inter-sustituibles y, en algunos casos, pueden proporcionar bienes o servicios similares en agroecologías similares.

Estado de conservación

En cuanto al estado de conservación, el hallazgo más obvio es el número relativamente bajo de especies agroforestales amazónicas en peligro de extinción: 15% de las especies, en contraste al 28% en los Sierra y 30% en la Costa. Esto refleja tanto la gran proporción de la Amazonía cubierta por bosques como la presunción implícita (por ejemplo, en la lista oficial (Minagri, 2006)) de que sólo un conjunto relativamente pequeño de especies de mayor valor ha sido afectado no sólo en zonas de deforestación, sino también a través de la tala selectiva en las zonas con cobertura forestal. Todas las especies enumeradas en el Cuadro 6 pertenecen a la categoría de madera valiosa, con excepción de *R. viscosum*, *H. lanuginosa* y *C. thevetia*. La mitad de las especies también se encuentran más típicamente en la Selva Alta o Ceja de Selva.

Las proporciones más altas de especies listadas para la Sierra y la Costa reflejan niveles más altos de degradación del hábitat (que probablemente datan de tiempos precolombinos (Chepstow-Lusty y Winfield, 2010) y coloniales respectivamente (Whaley *et al.* 2010a), y aún continúan) y una presión intensa sobre el número relativamente pequeño de especies (c.f. el caso de la Selva, donde la alta demanda de madera para construcción rural se ve mitigada por el gran número de especies intersustituibles).

En las tres regiones, la falta de información sobre la estructura genética de las especies implica que estos listados representan estimaciones mínimas del número de especies agroforestales amenazadas; en efecto, existe una suposición implícita de que las poblaciones no están altamente diferenciadas y, por lo tanto, es improbable que la pérdida de parte del rango de especies pueda erosionar seriamente la base genética. Es poco probable que esta suposición sea correcta; las consecuencias de no tener en cuenta la posible diferenciación genética serán probablemente mucho mayores en los casos en que se hayan perdido grandes partes del área de distribución de una especie determinada, o de un tipo de hábitat distintivo. Puede ser, por ejemplo, que la mayoría de las especies que se encuentran en las lomas costeras se consideren en peligro de extinción. De manera similar, estudios posteriores pueden revelar que rangos de elevación específicos (por ejemplo, áreas de cultivo de café) se ven más afectados por el cambio

We do not attempt here to rank species by importance or prevalence of use. Some such work has been done in the Amazon (Sotelo al. 2007), with results that reflect various factors (Cornelius 2009), including both species availability (i.e. a species may be heavily used and considered ‘important’ because it is the species that is available in that particular location, rather than being necessarily the ‘ideal’ species for that use), and potential, rather than current use. Similarly, our lists include species that may be inter-substitutable and, in some cases, may provide similar goods or services in similar agroecologies.

Conservation status

As regards conservation status, the relatively low numbers of endangered Amazonian agroforestry species is the most obvious finding: 15% of species, versus 28% in the Andes and 30% in the Coast. This reflects both the large proportion of the Amazon under forest cover and an implicit presumption (for example in the official list (Minagri, 2006)), that only a relatively small suite of higher valued species has been affected not just in zones of deforestation, but also through selective logging in zones with forest cover. All the species listed in Table 6 fall into the valuable timber category, with the exception of *R. viscosum*, *H. lanuginosa* and *C. thevetia*. Half of the species are also most typically found in the *Selva Alta* or *Ceja de Selva*.

The higher proportions of species listed for the Andes and the Coast reflect higher levels of habitat degradation (dating probably from respectively pre-Columbian (Chepstow-Lusty and Winfield, 2010) and colonial times (Whaley et al, 2010a), and still continuing) and intense pressure on the relatively small number of species (c.f. the case of the Amazon, where high demand for rural construction wood is mitigated by the large number of intersubstitutable species).

In all three regions, the lack of information on genetic structure of species implies that these listings represent minimum estimates of the number of endangered agroforestry species; in effect, there is an implicit assumption that populations are not highly differentiated, and therefore that loss of part of the range of species is unlikely to seriously erode the genetic base. This assumption is unlikely to be correct; the consequences of disregarding possible genetic differentiation are likely to be much greater in those cases where large parts of the range of a given species, or a distinctive habitat type, have been lost. It may be, for example, that most species found in the coastal *lomas* should be considered endangered. Similarly, further study may reveal specific elevational ranges (for example coffee-growing areas) to be more heavily affected by land-use change than others, suggesting that species in those ranges may be of concern, even when not endangered elsewhere.

en uso de la tierra que otros, lo que sugiere que las especies en esos rangos pueden ser motivo de preocupación, aun cuando no estén en peligro en otros lugares.

Por último, la lista de especies en peligro de extinción incluye pocas especies domesticadas. Sin embargo, carecemos de información sobre amenazas específicas y uso actual, y en algunos casos (ej. *Pouteria* spp., parientes silvestres del cacao (*Theobroma*)), una información más completa podría conducir a la inclusión de otras especies en la lista. De hecho, la falta de información sobre la situación de las especies, aunque en sí misma no sea indicativa de especies en peligro de extinción, puede considerarse un motivo de preocupación.

Conclusiones y recomendaciones

Se han identificado provisionalmente 31 especies como candidatas para intervenciones de conservación genética. Sin embargo, los planes de acción también deben tener en cuenta otros aspectos biológicos y socioeconómicos. Estos incluyen los siguientes:

- La biología de las semillas: para las especies con semillas ortodoxas, la conservación en bancos de semillas puede ser más apropiada que la conservación en bancos de genes de campo.
- La importancia para los pequeños agricultores: como los clientes finales de ICRAF son los pequeños agricultores, la contribución de las diferentes especies a los medios de vida de los pequeños agricultores es un criterio clave. Esto incluye no sólo la contribución a los medios de vida individuales, sino también el número de hogares afectados. Es probable que ambos difieran entre especies y entre regiones de uso de las especies.
- Costo-efectividad de las intervenciones: el costo de la recolección de semillas varía enormemente entre especies, debido a las diferencias en la accesibilidad y facilidad de cosecha (Cornelius y Miccolis, 2018). Como la financiación para los trabajos de conservación genética es limitada, puede que no sea factible trabajar con algunas especies. Perversamente, estas pueden ser las más amenazadas.

Igualmente importante, los planes de acción también deben considerar otros aspectos de la agenda ambiental nacional, es decir, además de la conservación de la biodiversidad. El Programa Nacional de Restauración de Tierras y Ecosistemas Degradados (PNREST) es uno de esos aspectos. La conservación y multiplicación de las especies amenazadas están prácticamente implícitas en la restauración de los ecosistemas degradados. Sin embargo, la necesidad de germoplasma para la restauración de especies individuales dependería de su importancia en el proceso de restauración de especies del ecosistema. En este sentido, las especies *keystone* (por ejemplo, *Prosopis* spp.) representan una prioridad obvia. Cabe señalar que las especies y poblaciones que actualmente no están en peligro también pueden ser

Finally, the listings of endangered species include few domesticates. However, we lack information on specific threats and current use, and in some cases (ej. *Pouteria* spp, cacao wild relatives (*Theobroma*)), more complete information might lead to other species being added to the listing. Indeed, lack of information on species status, although in itself not indicative of endangered species, can itself be considered a cause for concern.

Conclusions and recommendations

We have provisionally identified 31 species as candidates for genetic conservation interventions. However, action plans must also consider other biological and socioeconomic aspects. These include the following:

- Seed biology: for species with orthodox seed, conservation in seed banks may be more appropriate than conservation in field genebanks
- Importance to smallholder farmers: as ICRAF's ultimate clients are smallholder farmers, the value to smallholder livelihoods of the different species is a key criterion. This includes not only the contribution to individual livelihoods, but also the number of households affected. Both are likely to differ between species and between regions of occurrence.
- Cost-effectiveness of interventions: the cost of seed collection varies greatly between species, due to differences in accessibility and ease of harvest (Cornelius and Miccolis, 2018). As funding for work in genetic conservation is limited, it may not be feasible to work with some species. Perversely, these may be the most endangered.

Equally importantly, action plans must also consider other aspects of the national environmental agenda, i.e. besides biodiversity conservation. The National Program for Restoration of Degraded Land and Ecosystems (PNREST) is one such aspect. Conservation and multiplication of endangered species is virtually implicit in restoration of degraded ecosystems. However, the need for germplasm for restoration of individual species would depend on their importance in the process of ecosystem restoration species. In this sense keystone species (e.g. *Prosopis* spp.) representing an obvious priority. It should also be noted that species and populations that are not currently endangered may also be of importance for restoration, particularly for rehabilitation of degraded soils, while not justifying any genetic conservation interventions.

Based on these considerations, we now recommend a second-stage of prioritization, taking into account both the Peruvian restoration agenda, the other biological and socioeconomic aspects considered, and expert opinion regarding additional agroforestry species that should be considered for the listing.

importantes para la restauración, en particular para la rehabilitación de suelos degradados, sin justificar ninguna intervención de conservación genética.

Con base en estas consideraciones, se recomienda una segunda etapa de priorización, tomando en cuenta tanto la agenda de restauración peruana, como los otros aspectos biológicos y socioeconómicos considerados, y la opinión de expertos sobre las especies agroforestales adicionales que deberían ser consideradas para la inclusión en la lista.

Referencias / References

- Baca, M. (s.f.). Lista de especies agroforestales empleadas en sistemas de café, Selva Central. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), Lima, Perú.
- Brack, A. 2003. Perú: diez mil años de domesticación. Lima, Perú. 160 p.
- Brack, A., Mendiola, y C. 2000. Ecología del Perú. Segunda edición. Lima, Perú. 494 p.
- Buyer, J. S., Baligar V. C., Arévalo-Gardini Z. He y E. 2017. Soil microbial communities under cacao agroforestry and cover crop systems in Perú. *Applied Soil Ecology* 120:273–280.
- Cerrón, J., del Castillo J., Mathez-Stiefel S.-L., Franco M., Thomas y E. 2017. Lecciones aprendidas de experiencias de restauración en el Perú. Bioversity International y el Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF). Lima, Perú. 124 p.
- Chepstow-Lusty, A., Winfield, M. 2000. Inca agroforestry: lessons from the past. *Ambio* 29(6): 322-328.
- Cornelius, J. P. 2009. Tree domestication by the World Agroforestry Centre and partners in the Peruvian Amazon. ICRAF Working Paper No. 107.
- Cornelius, J. P., Mesén, F., Ohashi, S. T., Leão, N., Silva, C. E., Ugarte-Guerra y L. J., Wightman K. E. 2010. Smallholder production of agroforestry germplasm: experiences and lessons from Brazil, Costa Rica, Mexico and Perú. *Forests, Trees and Livelihoods* 19:201–216.
- Cornelius, J. P., Miccolis, A. 2018. Can market-based germplasm supply systems meet the needs of forest landscape restoration? *New Forests* 49:457-469.
- Ehrenbergerová, L., Cienciala, E., Kučera, A., Guy, L., Habrová, y H. 2016. Carbon stock in agroforestry coffee plantations with different shade trees in Villa Rica, Perú. *Agroforestry Systems* 90:433–445.
- FAO. 2013. Definition of agroforestry, in Guidelines for the Preparation of Country Reports for the SOBFF.
- IUCN (International Union of Conservation of Nature). 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Available on: <http://www.iucnredlist.org/>
- Larranaga, N., Albertazzi, A., Fontecha G., Palmieri, M., Rainer, H., Van Zonneveld, M., Hormaza J. I. 2017. A mesoamerican origin of cherimoya (*Annona*

- cherimola Mill.): Implications for the conservation of plant genetic resources. *Molecular Ecology*. <https://doi.org/10.1111/mec.14157>
- Meza, A. y, Cornelius J. P. 2006. La Agroforestería en Perú, con énfasis en la Amazonía: una Bibliografía Anotada. World Agroforestry Centre (ICRAF), Lima, Perú. 254 p.
- MINAGRI. 2006. Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. Ministerio de Agricultura y Riego. Decreto Supremo N° 043-2006-AG, Lima, Perú. 13 p.
- MINAM. 2016. Lista de especies de flora Perúana incluida en los Apéndices I, II, III CITES. Dirección General de Diversidad Biológica Programa de Asistencia Técnica PAT-USAID/MINAM, Lima, Perú. 155 p.
- Missouri Botanical Garden. 2017. Tropicos. Disponible en: <http://www.tropicos.org/>
- Reynel, C., Felipe-Morales, y C. 1987. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Lima, Perú 139 p.
- Reynel, C., Pennington, T., Pennington, R., Flores C., Daza, y A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Perúana: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Botanic Gardens Edinburgh e ICRAF. Lima, Perú. 537 p.
- Reynel, C., Pennington, T., Pennington, R., Marcelo, J., Daza, y A. 2006. Árboles útiles del Ande Perúano y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies de la Sierra y los Bosques Montanos en el Perú. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Botanic Gardens Edinburgh, APRODES. Lima, Perú. 463 p.
- Reynel, C., Pennington, T., Pennington, y R. 2016. Árboles del Perú. Lima, Perú. 1047 p.
- Robiglio, V., Suber, M., Cornelius, J.P., Domènech, L. 2018. Agroforestería con cultivos perennes en Perú - Paquete educativo. Fichas de especies. Agrobanco. 37p.
- Royal Botanic Gardens, Kew y Missouri Botanical Garden. 2017. The Plant List. Available on: <http://www.theplantlist.org/>
- Shanley, P., Median, G. 2005. Frutíferas e Plantas Uteis na Vida Amazônica. Belem, Brasil. CIFOR, IMAZON, 304pp.

- Sotelo-Montes, C., Weber, J. C. 1997. Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. *Agroforestería en las Américas* 4(14): 12-17.
- Valdivia-Díaz, M. y, Mathez-Stiefel, S.-L. 2015a. Prácticas Agroforestales, Modos de Vida y Cambio Climático: Informe de talleres participativos realizados en la comunidad de Pacchani, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), Lima, Perú. 40 p.
- Valdivia-Díaz, M. y, Mathez-Stiefel, S.-L. 2015b. Prácticas Agroforestales, Modos de Vida y Cambio Climático: Informe de talleres participativos realizados en la comunidad de Ccerabamba, Distrito Pacobamba, Apurímac, Perú. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), Lima, Perú. 41 p.
- Valverde, J. 2017. Lista de especies agroforestales en Ucayali. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF), Lima, Perú.
- Vebrova, H., Lojka, B., Husband, T. P., Zans, M. E. C., Van Damme, P., Rollo y A., Kalousova M. 2014. Tree diversity in cacao agroforests in San Alejandro, Peruvian Amazon. *Agroforestry Systems* 88:1101–1115.
- Whaley, O. Q., Orellana García, A., Pérez, E., Tenorio, M., Quinteros, F., Mendoza, M., Pecho, O. 2010. Plantas y vegetación de Ica, Perú — un recurso para su restauración y conservación. Royal Botanic Gardens, Kew, 93pp.
- Whaley, O. Q., Beresford-Jones, D. G., Milliken, W., Orellana García, A. 2010a. An ecosystem approach to restoration and sustainable management of dry forest in southern Peru. *Kew Bulletin*. 65, 613-641.

Working Paper series

2017

274. Palm oil expansion in tropical forest margins or sustainability of production? Focal issues of regulations and private standards. <http://dx.doi.org/10.5716/WP17366.PDF>

2018

275. Decision analysis methods guide: Agricultural policy for nutrition <http://dx.doi.org/10.5716/WP18001.PDF>
276. Supporting human nutrition in Africa through the integration of new and orphan crops into food systems: Placing the work of the African Orphan Crops Consortium in context. <http://dx.doi.org/10.5716/WP18003.PDF>
277. Seri Pembangunan Ekonomi Pedesaan Indonesia. Pilihan Manajemen Budidaya Kacang Tanah sebagai Upaya untuk Memperbaiki Penghidupan Masyarakat Haharu. <http://dx.doi.org/10.5716/WP18004.PDF>
278. Estudio de línea de base CCAFS a nivel de hogar en Nicaragua y Costa Rica Fase de diagnóstico del estudio: “Contribución de la diversidad arbórea a los medios de vida para la adaptación y la mitigación al cambio climático <http://dx.doi.org/10.5716/WP18005.PDF>
279. Understanding tree cover transition, drivers and stakeholder perspectives for effective landscape governance. A case study in Na Nhan commune, Dien Bien province, Vietnam <http://dx.doi.org/10.5716/WP18006.PDF>
280. El Sistema “Quesungual”: Agroforestería y manejo de suelos para la producción de maíz y frijol en laderas <http://dx.doi.org/10.5716/WP18007.PDF>
281. Probabilistic Decision Modelling to Determine Impacts on Natural Resource Management and Livelihood Resilience in Marsabit County, Kenya <http://dx.doi.org/10.5716/WP18008.PDF>
282. Shifting discourse, shifting power: how is climate change mitigation and justice negotiated in Indonesia? <http://dx.doi.org/10.5716/WP18009.PDF>
283. Result of Land Use Planning and Land Administration (LULA) Implementation in South Sumatra, East Kalimantan, Central Java and Papua <http://dx.doi.org/10.5716/WP18010.PDF>
284. Farmers’ preferences for training topics and dissemination of agroforestry information in Indonesia <http://dx.doi.org/10.5716/WP18015.PDF>
285. CSA-Diagnostic (CSA-Dx): A primer for investigating the ‘climate-smartness’ of ag technologies <http://dx.doi.org/10.5716/WP18020.PDF>
286. An analysis of the vulnerability of poor communities in Yunnan Province, China <http://dx.doi.org/10.5716/WP18021.PDF>
287. Gendered space and quality of life: gender study of out-migration and smallholding agroforestry communities in West Java Province, Indonesia. <http://dx.doi.org/10.5716/WP18024.PDF>
288. Evaluation of UTZ certification coffee businesses in Guatemala, Honduras and Nicaragua. <http://dx.doi.org/10.5716/WP18028.PDF>

The World Agroforestry Centre (ICRAF) is a centre of scientific excellence that harnesses the benefits of trees for people and the environment. Leveraging the world's largest repository of agroforestry science and information, we develop knowledge practices, from farmers' fields to the global sphere, to ensure food security and environmental sustainability.

ICRAF is the only institution that does globally significant agroforestry research in and for all of the developing tropics. Knowledge produced by ICRAF enables governments, development agencies and farmers to utilize the power of trees to make farming and livelihoods more environmentally, socially and economically sustainable at multiple scales.

United Nations Avenue, Gigiri • PO Box 30677 • Nairobi, 00100 • Kenya

Telephone: +254 20 7224000 or via USA +1 650 833 6645

Fax: +254 20 7224001 or via USA +1 650 833 6646

Email: worldagroforestry@cgiar.org • www.worldagroforestry.org