

Situación actual de las tolas plantadas en la comunidad San José de Aymara, Huancavelica - Perú

Current situation of the tola's shrubs in San Jose de Aymara, Huancavelica - Peru

Solange Montero Terry^{1,*}

Recibido: 21 marzo 2022 | **Aceptado:** 12 diciembre 2022 | **Publicado en línea:** 29 diciembre 2022

Citación: Montero Terry, S. 2022. Situación actual de las tolas plantadas en la comunidad San José de Aymara, Huancavelica - Perú. Revista Forestal del Perú 37(2): 91-108. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i2.1951>

Resumen

Los arbustos andinos son parte del paisaje andino, los cuales son empleados en el manejo de suelos y algunos se utilizan como leña verde en el altiplano en el sur del país. En este artículo se presenta una actualización de la situación de las "tolas" plantadas en la comunidad de San José de Aymara y los resultados de una pequeña encuesta a los comuneros realizada el año 2020. Durante la visita se registró la presencia de arbustos de tolas de diversos tamaños; estos arbustos fueron plantados en tierra comunal en el mes de noviembre del año 2005, y desde entonces no se continuó con su producción en el vivero. *Pinus* spp. y *Polylepis* spp. se produce en el vivero comunal durante la estación de invierno. Para poder interpretar los resultados de las encuestas y discutir lo observado en la visita de campo, se desarrolló una revisión de literatura sobre propagación de arbustos de las especies *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata*, de esta manera, resaltar los beneficios y limitaciones de estas especies nativas conocidas comúnmente como "tolas", en el manejo de ecosistemas en zonas con potencial forestal y/o agroforestal dentro del contexto de cambio climático. Así como el conocimiento, importancia y usos de estas especies por parte de la comunidad, mediante la encuesta.

Palabras clave: arbustos, tolas, puna, serranía esteparia, agroforestería, cambio climático

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú.

* Autor de Correspondencia: solange.mt@gmail.com

Abstract

The native bushes/shrubs are part of the Andean landscape. They are used to protect the ground and improve soil conditions, and in the highlands in the south of the country some of them are used as all year-round firewood, especially during the wet season. This article includes an update of the situation of the "tolas" planted in the Andean community of San Jose de Aymara and the results of a small survey developed in 2020. The visit to the community confirmed that the tolas remain growing, also it was observed that there were various sizes. These shrubs were planted in the community back in 2005, and since then are not produced in the community's nursery. Currently, *Pinus* spp. and *Polylepis* spp. are the only trees that can be found at the nursery during winter. Therefore, to interpret the survey's results and analyse the observed behaviour of the tolas in this area, a literature review of the propagation of the tolas *Parastrephia quadrangularis* and *Baccharis tricuneata* was carried out. Then, to highlight the benefits and limitations of these native shrubs known as "tolas" a literature review of potential uses in the management of ecosystems, in areas where forestry/agroforestry could work within the context of climate change. Although via surveys a glanced view of the importance, knowledge and uses that the community recognise for these shrubs.

Palabras clave: shrubs, tolas, puna, serrania, agroforestry, climate change

Introducción

El Perú tiene una gran proporción de recursos maderables en el bosque tropical amazónico (bosque natural), lo que representa aproximadamente 60% del territorio nacional. Sin embargo, la sobre explotación sin planificación de los bosques naturales, en otros términos, madera extraída de origen informal o la ineficaz ejecución del plan de manejo de las concesiones maderables en bosques naturales públicos amazónicos (Dourojeanni 2020), que por Ley Forestal N° 29763 requieren de un plan de manejo, ha resultado en una gran ilegalidad de la madera que se comercializa a nivel nacional (OSINFOR 2020). El recurso maderable en otros países proviene de plantaciones forestales (bosques cultivados) lo cual facilita la trazabilidad de la madera una vez extraída - reduciendo vías ilegales, por ejemplo, hace más de 20 años (en la década de los 90s) en la provincia de Córdoba, Argentina se plantaron especies de *Pinus* spp. las cuales hoy abastecen la demanda de maderas blandas de la industria de segunda transformación y cubren parcialmente las necesidades para su uso en construcción localmente (CATIE 2015). Actualmente el panorama forestal en la sierra peruana está cambiando, como resultado de la promoción de las plantaciones forestales en esta región a través de proyectos de forestería en microcuencas al-

toandinas como PRONAMACHCS-FEMAP (1998) y otros proyectos de enfoque socioeconómico. Asimismo, estudios de medios de vida en los Andes que tomaron en cuenta los riesgos asociados al cambio climático sugieren que la diversificación de estrategias de uso de tierra tiene potencial para expandir usos forestales y agroforestales, y tiene mayor potencial de éxito en comunidades campesinas entre los 3750 – 3900 m.s.n.m. en la cuenca del Achamayo (Jost 2016). En base a las ecorregiones Brack Egg (1986), la puna y en el piso alto de la serranía esteparia se encuentran naturalmente los arbustos andinos. La presencia arbórea-arbustiva podría amortiguar los cambios bruscos de temperatura en especial en las laderas y zonas altas de pendiente ligera a media, pero proyectos con enfoque en los ecosistemas pocas veces mencionan a los arbustos nativos. Por ejemplo, en la comunidad San José de Aymara (SJA) se encontraba en mayor proporción especies de árboles nativos como *Buddleja* spp. y *Polylepis* spp. entre los años 2004 – 2005 (Montero 2021). En el año 2020 en esta misma comunidad localizada a 3900 m.s.n.m. en la provincia de Tayacaja en Huancavelica (ver Figura 1), se encontró plantaciones de pino (*Pinus* spp.) y eucalipto (*Eucalyptus* spp.) de aproximadamente 10 años (ver Figura 2). Estas plantaciones fueron establecidas después de que en

SJA se realizó un estudio de propagación (año 2005) con dos especies de arbustos nativos (tolas) *Parastrephia quadrangularis* (Meyen) Cabrera y *Baccharis tricuneata* (Lam) Pers. El objetivo del estudio obtener información cuantitativa del desarrollo de las plantas en el vivero, luego de culminado el estudio, se contabilizó el número de plantas vivas después de un mes en campo definitivo (Montero 2021) - el análisis estadístico y distribución de las unidades experimentales en campo definitivo se presenta en el Figura 3. La contabilización de plantas vivas en campo definitivo completaría al estudio en el vivero, sin embargo, hoy sirve de base para poder juzgar de lo que se observó en SJA en el año 2020 y también para poder interpretar hasta cierto punto las respuestas de los comuneros.

Asimismo, este artículo busca aportar los vínculos relacionados al cambio climático y el potencial de los arbustos nativos en mitigar estos cambios porque los límites altitudinales para algunas especies cultivadas y no cultivadas pueden modificarse (Drechsel 2013), en el proceso natural de adaptación a cambios en el microclima. En sistemas agroforestales donde se incluyen árboles y cultivos agrícolas, se busca manejar el microclima; y los princi-

pios para el manejo y mantenimiento de estos sistemas pueden definirse tanto en la agricultura como en la forestería: competencia y complejidad (Sánchez 1995). Una vez logrado el equilibrio entre estos dos principios se puede lograr el manejo sostenible de los suelos y con esto mejorar su rentabilidad a largo plazo. Existen dos tipos funcionales de sistemas agroforestales, simultáneos y secuenciales (ICRAF 1994, citado por Sánchez 1995). En este artículo se discutirá el potencial de los sistemas agroforestales simultáneos, por ejemplo, cercos vivos entre cultivos, vegetación en el contorno de parcelas, sistemas silvopastoriles, entre otros (Sánchez 1995). Estos sistemas agroforestales también pueden beneficiar a incrementar la biodiversidad local.

Por lo descrito, lo que motivo la visita a SJA en el 2020 fue actualizar la información de las tolas plantadas en los terrenos de la comunidad (Montero 2021), ya que no existía información posterior a la plantación por lo cual en este artículo se busca: 1) presentar los resultados de una encuesta en línea a habitantes de la comunidad de SJA en el año 2020, 2) resaltar el valor ecológico de los arbustos nativos (tolas) y su factibilidad de uso en el manejo de ecosistemas,

Especies	% Cenizas	PCS (Kcal/Kg) ^A	% Humedad ^B
<i>Parastrephia lepidophylla</i>	1.69	3588	12.48
<i>Baccharis tricuneata</i>	4.28	3008	11.17

Cuadro 1. Porcentaje de cenizas, poder calórico superior y humedad de dos especies de tolas. Elaborado en base a los resultados del laboratorio de pulpa y papel departamento de Industrias Forestales. UNALM (1993). ^A PCS: poder calórico superior (corregido por humedad). ^B Humedad: referida a base húmeda.

Especie	Distribución en el Perú	Uso agroforestal
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Entre los 3000 – 4500 m.s.n.m, tanto al sur como en el centro de la sierra: Arequipa, Ayacucho, Lima, Puno y Tacna (Brako y Zaruchi, 1993)	Estabilizador de dunas en el altiplano
<i>Baccharis tricuneata</i>	De amplia distribución entre los 2000 – 4500 m.s.n.m se encuentra en toda la sierra del Perú (Brako y Zaruchi, 1993)	Cercos vivos, estabilizadora de taludes y acequias

Cuadro 2. Distribución en el Perú de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata*, su potencial en agroforestería y conservación de suelos.

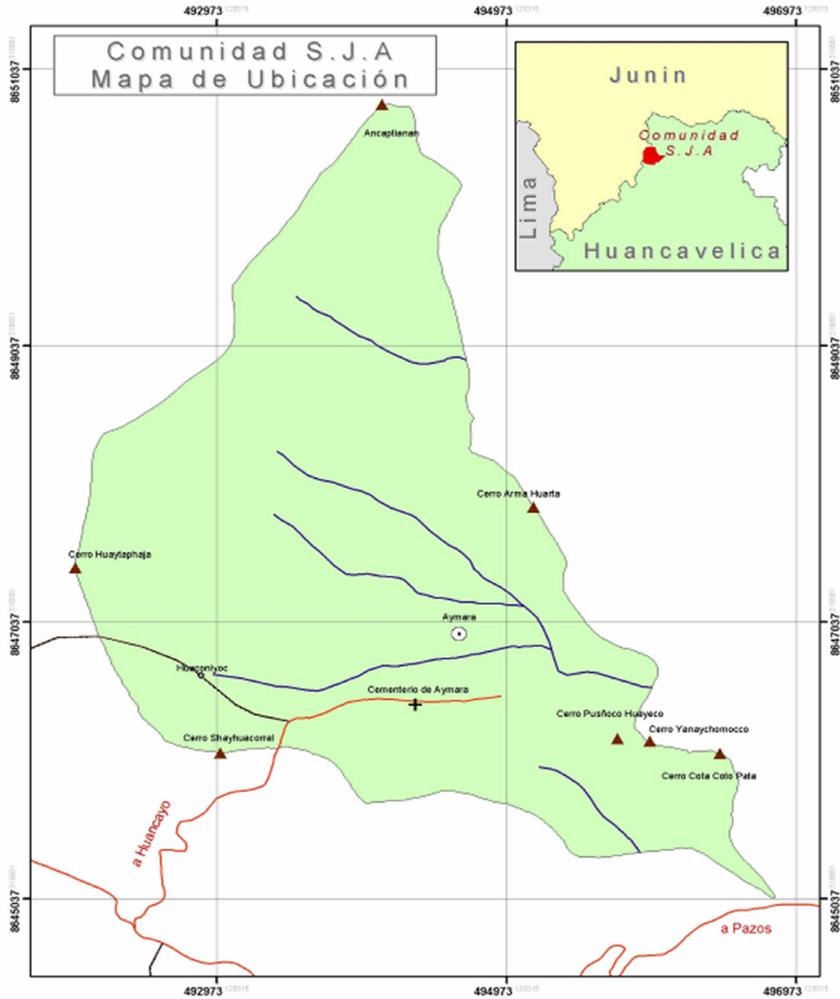


Figura 1. Mapa de ubicación, Comunidad San José de Aymara – Huancavelica.

Especie	Materia seca %	Ceniza %	Proteínas %	Grasas %	Fibra %	Carbohidratos %
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	46.54	5	8.59	14.99	27.71	43.71
		5.03	9.26	14.95	27.69	43.07
<i>Baccharis tricuneata</i>	33.06	5.99	7.71	16.5	44.73	25.07
		5.92	7.93	16.47	44.7	24.98

Cuadro 3. Análisis bromatológico de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata*. Fuente: Martínez 2002: Laboratorio de pastos y forrajes, UNA – Puno.



Figura 2. Plantación de *Pinus* spp. en San José de Aymara, Huancavelica. Setiembre 2020.

y 3) resaltar los beneficios y limitaciones de los arbustos nativos (tolas) cuando son instalados en terreno definitivo, como en sistemas forestales y agroforestales. Debido a la pandemia COVID-19, las encuestas se desarrollaron en línea. Se realizó una revisión de literatura sobre la propagación de los *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata*, y sobre la importancia de los arbustos nativos en el manejo de ecosistemas dentro del contexto de cambio climático.

Recursos utilizados como combustible, arbustos “Tolas” y su distribución

El leño de varias especies arbustivas arde aun verde/húmedo, debido a las sustancias resinosas que contienen (Reynel 1988). Usualmente a las tolas, nombre común del arbusto del género *Parastrephia* spp. se la asocia como leña verde

(ver Cuadro 1). La leña verde sustituye el uso de bosta (estiércol seco de vaca) durante la época de lluvias. A pesar de que el humo proveniente de la combustión de bosta es tóxico (Reynel 1988), y por ende no es la mejor opción para su uso doméstico, la siguen usando por su facilidad de acopio y almacenamiento. Por lo que alternativas de uso, por ejemplo, la producción y/o comercialización de compost, son recomendables. En el año 2004, el uso de bosta en la comunidad SJA era intenso. Esta se mezclaba con leña normalmente de *Eucalyptus* spp. y *Polylepis* spp., siendo más común el uso de *Eucalyptus* spp.

Los arbustos nativos en la serranía esteparia alta y la puna son característicos del paisaje (Weberbauer 1945). La abundancia y frecuencia de las especies es lo que varía, ya que está ligado a condiciones climáticas, topografía, latitud, entre otros. En los departamentos

PQ	A1B3	A3B3	A1B1	A1B2	A3B1	A2B1	A2B3	A2B2	A3B2
	A1B2	A3B1	A2B2	A2B3	A3B3	A3B2	A1B1	A2B1	A1B3
	A2B3	A1B2	A1B3	A3B3	A3B1	A2B2	A2B2	A1B1	A2B1
BT	A2B1	A2B3	A1B1	A1B3	A3B3	A3B1			
	A1B3	A2B3	A3B3	A3B1	A1B1	A2B1			
	A3B3	A3B1	A2B1	A1B1	A2B1	A1B3			

Figura 3. Análisis estadístico y distribución de las unidades experimentales en campo definitivo (2005). Etapa 4: Plantación Previo a la plantación se realizó la buena práctica de riego copioso (24 horas antes) en el vivero, a razón de cinco litros de agua por m² aproximadamente. El área de las parcelas o unidades experimentales de la plantación fue de 4 m² y el distanciamiento entre plantas fue de un metro. La evaluación del porcentaje de supervivencia se realizó en diciembre del 2005, donde se contabilizó el total de las plantas vivas en cada unidad experimental para determinar la influencia de los tratamientos (Montero 2021). Análisis estadístico (plantación) El análisis del diseño no incluyó la influencia de los sustratos ya que este factor fue analizado en el vivero. El diseño empleado fue de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones y nueve plantas por unidad experimental (parcelas), y tres bloques por especie. Con nueve parcelas por bloque - 243 plantas para *P. quadrangularis* y seis parcelas por bloque - 162 plantas para *B. tricuneata* (Montero 2021).

de Arequipa y Puno es donde se encuentra grandes comunidades de especies arbustivas (tólares), donde predominan las especies *Parastrephia lepidophylla* Wedd. y *Parastrephia quadrangularis* (Weberbauer 1945), las cuales son explotadas y utilizadas como leña verde. El tólar o estepa arbustiva es una vasta extensión de terreno árido tipo planicie, ocupado por especies arbustivas perennes y siempre verdes

(Weberbauer 1945); esta descripción coincidió con lo observado por Montero (2006) que colectó semillas de tolas en el 2004 a una altura aproximada de 4100 m.s.n.m. en la provincia de Caylloma, en el departamento de Arequipa. Donde observó que en zonas de pendientes la frecuencia de *P. lepidophylla* disminuía, encontrando en estas zonas mayor predominio de *B. tricuneata* y otras especies arbustivas,

mientras que, *P. quadrangularis* se reportó con mayor frecuencia en zonas de mayor altitud y suelos arenosos, siendo zonas aparentemente eriazas (Montero 2006). Estudios botánicos y de distribución de especies han ayudado a tener una mejor idea de donde se encuentran estas especies arbustivas en los Andes de Perú (Cabrera 1978, Brako y Zaruchi 1993, Reynel y Felipe-Morales 1987, Borel 1990). Por lo cual, el Cuadro 2 se elaboró para resumir la distribución de los arbustos (del tólar) que se plantaron en SJA y su uso agroforestal y/o para la conservación de suelos.

La importancia de los arbustos nativos en el manejo de ecosistemas y su potencial en agroforestería

La resistencia a los periodos de sequía en ecosistemas se define como la capacidad que poseen las plantas para sobrevivir o adaptarse a estos periodos sin afectar la capacidad reproductiva de las mismas. En el manejo de praderas altoandinas los arbustos proveen lugares de protección a especies forrajeras como *Stipa* spp. y *Trifolium* spp., y funcionan como área de protección para las semillas (Prieto y Alzerreca 1990, citados por Pérez Mercado 1994). En los Andes del sur entre los 3800 - 4050 m.s.n.m, los arbustos *Parastrephia quadrangularis* (Meyen) Cabrera, *Parastrephia lucida* (Meyen) Cabrera y *Adesmia spinosissima* Meyen ex Vogel, se encuentran asociados con gramíneas como *Festuca chrysophylla* Phil., *Anatherostipa venusta* (Phil.) Penhailillo y *Stipa chrysophylla* E. Desv. (Villagran y Romo 2003). Lo que indica que la funcionalidad genética de estos arbustos también conocidos por su resistencia a sequías, tienen gran capacidad de adaptación a las condiciones permanentes y variables de los Andes del sur. Por lo tanto, tienen un alto grado de importancia para cumplir objetivos en el Plan de acción de adaptación y mitigación frente al cambio climático aprobado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el 2010. Dado que la estructura creada por los arbustos brinda cobijo y mayor humedad al suelo alrededor de estos, las semillas (de estos arbustos y otras plantas) pueden germinar y encontrar

suficiente humedad en el suelo para transportar y extraer nutrientes del suelo desde el sistema radicular. También hay indicios que el nivel de cobertura vegetal más que la complejidad ecológica es el factor más fuertemente asociado con el desplazamiento de especies en el paisaje agrícola (CATIE 2015). Empleando arbustos nativos se puede apoyar el crecimiento de árboles en zonas con periodos secos, por ejemplo, en el contorno de parcelas, en la creación de cortinas rompevientos y en sistemas silvopastoriles (Sánchez 1995). Lo contrario ocurre con algunas especies exóticas forestales (EEF). Hay indicios, por ejemplo, que el uso de *Eucalyptus* spp. en sistemas agroforestales en las zonas altas de la cuenca del Achamayo, no beneficia directamente a la humedad de suelo al final del periodo seco (Jost 2016). Pero la competencia por agua entre cultivos y árboles se puede reducir si se modifica el arreglo espacial de los componentes del sistema (Sánchez 1995). Por lo cual el uso de arbustos nativos no se debe menospreciar en sistemas de manejo de tierras.

En las partes altas de Huancavelica, se estimó que existe potencial para el manejo de sistemas silvopastoriles (ONERN 1984), por ejemplo, las tolas en el altiplano son consideradas forrajes nativos para llamas y ovinos, y en la estación de lluvias presentan niveles altos de proteína y fibra cruda (Abastos 1993). El porcentaje de proteínas promedio es de 8.93% y 7.82% para *P. quadrangularis* y *B. tricuneata*, respectivamente (Martínez 2002) (ver Cuadro 4). Los estudios de Abastos (1993) y Martínez (2002) indican el valor ecológico y factibilidad de uso de estas dos especies nativas en el manejo de ecosistemas y su potencial para ser empleados en sistemas silvopastoriles. Sin embargo, en Huancavelica no se sabe de estudios de manejo con estos arbustos ni de otras especies arbustivas (Montero 2021), a pesar de que hay indicios que ambas especies están distribuidas en toda la sierra (Brako y Zaruchi 1993).

Estudios de productividad global y diversidad de herbáceas en sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* Engelm. y *Pinus taeda* Linn con pastizal natural demostraron ventajas ecológicas y socioeconómicas en centro de Argentina

Edad (años)	Sexo	¿Te acuerdas del estudio de propagación de tolas? Pregunta 3	¿Actualmente que combustible o material los pobladores de SJA utilizan para cocinar sus alimentos? Pregunta 6	¿Qué material o combustible prefieren usar para cocinar sus alimentos? Pregunta 7	¿Qué especies están propagándose actualmente en el vivero forestal de la comunidad? Pregunta 9	¿Qué árbol presente en los terrenos de la comunidad es el que prefieres tener? Pregunta 8
64	M	Si	<i>Eucalyptus</i> spp. Bosta de vaca y gas	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada	<i>Pinus</i> spp.
48	M	Si	<i>Pinus</i> spp. / <i>Eucalyptus</i> spp. y especies de árboles nativos	<i>Eucalyptus</i> spp.	Ahora no hay nada, pero en época de lluvia probablemente haremos pino y quinal.	<i>Pinus</i> spp.
42	M	No	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada	<i>Pinus</i> spp.
56	F	No	<i>Eucalyptus</i> spp. y bosta de vaca	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada	<i>Pinus</i> spp./ <i>Eucalyptus</i> spp.
24	M	No	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada. Pero en invierno sera pino y eucalipto porque ahora no es epoca hay heladas y no hay agua.	<i>Pinus</i> spp.
50	F	No	<i>Eucalyptus</i> spp. Bosta de vaca y gas	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada	<i>Pinus</i> spp.
44	F	No	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada	<i>Eucalyptus</i> spp.
68	F	No	Bosta de vaca	Bosta de vaca	No sé	<i>Eucalyptus</i> spp.
36	M	Si	<i>Eucalyptus</i> spp. Bosta de vaca y gas	<i>Eucalyptus</i> spp. Bosta de vaca y gas	Nada. Pero cuando empiece las lluvias, plantaremos pino creo.	<i>Pinus</i> spp.
54	M	Si	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nada, pero será pino y eucalipto.	<i>Pinus</i> spp. / <i>Eucalyptus</i> spp.

Cuadro 4. Sexo y edad de los comuneros encuestados y resumen de los resultados de las encuestas.

(CATIE 2015), sin embargo, depende mucho de un manejo adecuado de las parcelas silvo-pastoriles incluyendo estimación efectiva del número de raleos y cortes periódicos dependiendo de la densidad del estrato herbáceo. Por ejemplo, en parcelas con 800 árboles ha⁻¹ y pendientes de 25 – 32%, se realizó raleo selectivo

para obtener un sistema denso con 550 árboles ha⁻¹ y menos denso con 250 árboles ha⁻¹ solo así la productividad es mayor que en comparación con sistemas puros forestales o de pastizal puro (CATIE 2015).

Los arbustos nativos en el manejo de ecosistemas desde un punto de vista estratégico requi-

eren de evidencia, y estudios que cuantifican el desarrollo de plantas aportan al entendimiento de estas, por ejemplo, se sabe que empleando semilla botánica se obtuvo 7% y 13% de mortalidad al final del repique empleando bolsas de 13 x 18 cm y sustrato (materia orgánica: tierra agrícola) para *P. quadrangularis* y *B. tricuneata*, respectivamente (Montero, 2021) lo que indica que utilizando esta técnica de propagación no es necesario utilizar turba en el sustrato para reducir mortalidad. En este mismo estudio, *B. tricuneata* demostró estabilidad engrosando el perímetro al cuello de raíz (en las tres técnicas de propagación) alcanzado en promedio 1.4 cm – Coeficiente de Variabilidad 6.9%, en comparación con *P. quadrangularis* que alcanzó 1.39 cm – Coeficiente de Variabilidad 16.30%, al final del repique. Esta habilidad de engrosamiento debe ser el motivo por el cual su uso en el altiplano como cerco vivo, estabilizadora de taludes y acequias (ver Cuadro 2).

Cambio Climático

El Instituto Peruano de Geofísica (IGP) proyecta que para el año 2055 en la cuenca de valle del Mantaro la temperatura se elevará en las provincias de Jauja, Concepción y Yauli, y es posible que en las provincias de Tayacaja, Churcampá y Huanta la temperatura baje hasta 3 °C. En la provincia de Tayacaja en Huancavelica se ubica la comunidad SJA, a una hora de la ciudad de Huancayo (ver área del estudio). Las lluvias 2020/2021 en el valle del Mantaro se iniciaron 55 días después en comparación al promedio, y durante este mismo periodo dos veranillos ocurrieron en el mes de febrero, lo cual resultó en 102 mm de déficit de lluvia (el promedio normal para el mes entre 1981 – 2010 fue de 132 mm), la presencia de heladas asociadas a este episodio de clima seco redujo la temperatura mínima (0.2°C registrada el 19 de febrero), lo que sugiere que el cambio climático está influyendo la variabilidad climática del valle¹. En Huancavelica, el río Mantaro recorre

aproximadamente 90 kilómetros y tiene un curso errático debido al terreno abrupto de las montañas hasta llegar al río Apurímac². En este recorrido y tomando en cuenta los posibles cambios del régimen climático, los actuales límites altitudinales de las plantas (incluyendo árboles y arbustos) también están variando. Por ejemplo, se confirmó que en los últimos 50 años la temperatura en el valle del Mantaro se ha incrementado en promedio 1.24°C (Jost 2016); y asumiendo que este aumento de temperatura va a continuar, Drechsel (2013) estimó los futuros rangos altitudinales, empleando imágenes de satélite e índices de vegetación. Las siguientes especies aumentarían sus rangos altitudinales, para identificar esto se han colocado los futuros rangos entre paréntesis: *Eucalyptus globulus* actualmente se le encuentra hasta los 3 900 m.s.n.m (llegaría hasta 4 080 m.s.n.m), *Polylepis incana* hasta los 4 150 m.s.n.m. (llegaría hasta 4 330 m.s.n.m), *Lolium perenne* hasta los 4 000 m.s.n.m (llegaría hasta 4 190 m.s.n.m) y *Solanum tuberosum* hasta los 3 700 m.s.n.m. (llegaría hasta 3 860 m.s.n.m) mientras que las especies nativas de papa se encuentran hasta los 4 200 m.s.n.m (llegarían hasta 4 460 m.s.n.m.). Para el manejo de ecosistemas terrestres dentro del contexto de cambio climático, los nuevos rangos (estimados) pueden ser empleados para la selección de especies, como para el desarrollo de bosques cultivados y/o sistemas agroforestales como silvopastoriles.

Aunque el Estado en los últimos años ha promovido la plantación de especies exóticas en tierras comunales en la sierra, quizás las plantaciones deberían incluir proporciones de especies nativas de árboles y arbustos. Por ejemplo, estudios paleológicos y arqueológicos sugieren que en el Perú desde el año 1100 a. c. hasta antes de la conquista del Perú (año 1532) hubo un incremento exponencial del componente arbóreo en el manejo de las tierras (este periodo incluye el incanato) y también coincide con un incremento global de la temperatura

¹ (en línea) Columna de Opinión: Cambio climático en el valle del Mantaro. Nota informativa por Lucy Giraldez 30 de marzo del 2021. <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/153994-el-cambio-climatico-un-reto-para-el-peru>

² (en línea) 16 febrero 2022. <https://www.huancavelica.org/flora-fauna>

(Chepstow-Lusty y Winfield 2020). Utilizando polen depositado a 3 300 y 3 600 m.s.n.m. cerca a Ollantaytambo en Cuzco y la laguna Paca en Junín, respectivamente, se encontró en ambos análisis una marcada presencia de *Alnus acuminata* y en menor proporción polen de Chachacomo (*Escallonia resinosa*) y Quishuar (*Buddleja* spp.) lo que indica que existía un manejo de estas especies, y se asume que la producción abastecía de leña a los asentamientos cercanos (Chepstow-Lusty y Winfield 2020). Lo cual es interesante ya que *Alnus* spp. se encuentra distribuida naturalmente en la serranía esteparia por encima de los 2 000 m.s.n.m.; *Alnus jorullensis* var. *ferruginea* (actualmente considerada como *Alnus acuminata*³) es de distribución amplia, y se la encuentra en zonas alteradas, y en el callejón de Huaylas es propagada utilizando semillas (Aureliano 1992). Lo que indica la gran plasticidad de esta especie y potencial de autogeneración, estas características son compartidas por muchas especies que sirven de guardería para otras para poder prosperar eficazmente (árboles y arbustos también conocidos con el nombre de especies nodrizas). A la vez, implementar proporciones de especies de árboles y arbustos nativos en las plantaciones, ya sea sistemas forestales puros o en sistemas agroforestales cumpliría con el propósito de conservación de la puna y en el piso alto de la serranía esteparia, por ejemplo, especies en situación vulnerable. Asimismo, tomando en cuenta los posibles cambios del régimen climático tiene sentido el uso de especies ya adaptadas a las condiciones de los Andes para mejorar la calidad del manejo de las tierras en general.

Materiales y Métodos

Área del estudio

La comunidad de SJA se localiza en el distrito de Pazos, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica a una altura de 3 900 m s. n. m. (ver Figura 1). En base al censo del 2017, la comunidad cuenta con una población

de 305 personas de los cuales 140 son hombres y 165 son mujeres⁴. En SJA se produce papa nativa y se realizan investigaciones relacionadas a la producción de papa nativa por el Centro Internacional de la Papa (CIP) sede Huancayo.

Ubicando la comunidad dentro del Mapa Ecológico de Zonas de Vida (en base a la categorización de Holdridge) el departamento de Huancavelica se encuentra dentro de la formación ecológica Páramo muy húmedo-Subalpino Tropical (pmh-SaT) (ONERN 1984). “Este ecosistema es de clima muy húmedo y frío, con un promedio de precipitación total anual variable entre 700 mm y 800 mm; y una biotemperatura anual que oscila entre 6 y 3 grados centígrados, previéndose la ocurrencia diaria de temperaturas de congelación” (ONERN 1984). Los parámetros climáticos de la estación Acostambo a 3650 m s. n. m correspondientes al año 2005 fueron: temperatura media de 10.30 °C (mínima media de 2.88 °C y máxima media de 17.13 °C) y precipitación mensual promedio de 45 mm. Las lluvias se concentraron entre los meses octubre – marzo, no llovió en junio, y entre julio – agosto solo cayó 10.5 mm de lluvia (SENAMHI 2005). El territorio de la comunidad presenta zonas planas y pendientes ligeras a elevadas, y sus suelos tienen en promedio un pH ácido de 3.8 y un alto contenido de materia orgánica. La capa arable muestra un suelo franco arenoso y alrededor de la comunidad todas las áreas en las que es posible el cultivo de papa son utilizadas, lo que representa el 85% de las tierras (Montero 2006).

Metodología

Encuestas

Las encuestas se realizaron en setiembre del 2020 (en Anexo 1) después de plantar los arbustos de *P. quadrangularis* y *B. tricuneata* en SJA en el año 2005 (ver Figura 4), donde se evaluó el porcentaje de sobrevivencia en campo definitivo, el cual arrojó un alto porcentaje de sobrevivencia de 95% para ambas especies cuando estas fueron desarrolladas en bolsas de

³(en línea) <https://tropicos.org/name/3600491>

⁴(en línea) https://www.citypopulation.de/en/peru/huancavelica/tayacaja/0907110004_san_jose_de_aymara/

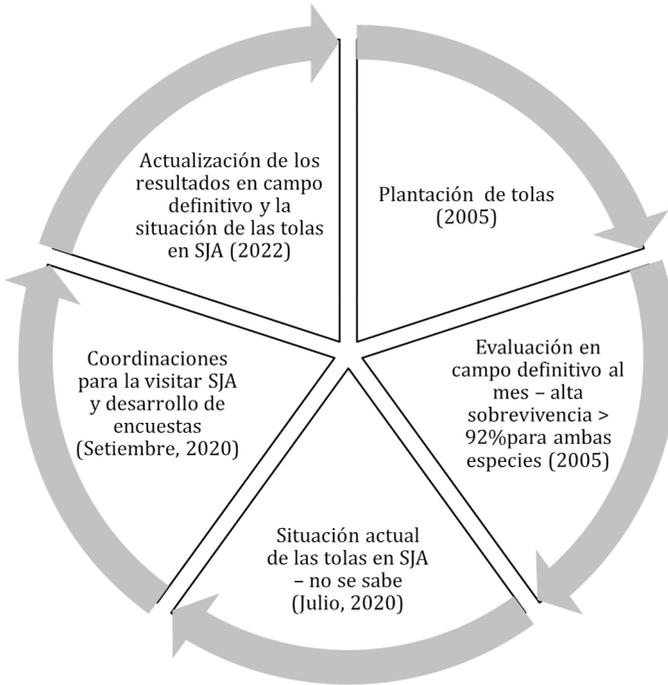


Figura 4. Diagrama de flujo que resulto en el desarrollo de este artículo.

13 x 18 cm, en cambio, cuando estas plantas fueron producidas con la técnica de platabandas (a raíz desnuda) se obtuvo una sobrevivencia de 27% y 31% para *P. quadrangularis* y *B. tricuneata* respectivamente. (Montero 2021).

Por lo descrito, el razonamiento para elaborar las preguntas en la encuesta siguió puntos simples pero lógicos no intrusivo, ya que las encuestas fueron formuladas para **explorar los resultados de la plantación de tolas** mas no interpretar la opinión de toda la comunidad, sin embargo, el número de muestra (n) para las encuestas se estipuló como mínimo 6 comuneros (ver Cuadro 4).

Limitaciones del estudio: Debido a las restricciones de viaje por la pandemia COVID-19 se requirió contactar a personas que sabían del estudio de propagación y de la plantación de tolas asimismo con un extensionista de campo conocido y que cuente con permiso de la comunidad SJA. Finalmente, las encuestas y las fotografías fueron procesadas y analizadas en

línea. Esto no quiere decir que este artículo no tenga validez científica - por lo cual se presentan observaciones finales y se provee de rutas para mejorar nuestro entendimiento.

Revisión de literatura

Para poder interpretar y discutir los resultados de las encuestas, se decidió extender la revisión de literatura del estudio realizado en SJA (Montero 2006, 2021). Por lo cual se incluye la distribución y usos en el Perú de estos arbustos, ya que los géneros de estas dos especies se encuentran distribuidos en Huancavelica (ONERN 1984). Sin embargo, hay diferencias en sus usos por región.

Asimismo, para poder interpretar los resultados de las encuestas y los resultados de la plantación de tolas se eligió sustentar el valor ecológico y factibilidad de uso de estas especies en el campo forestal y/o agroforestal; y conexión con temas relevantes como cambio climático en la sierra central de Perú.

Resultados

La encuesta aplicada a la comunidad SJA se realizó el 26 de septiembre del 2020. Se logró encuestar a diez comuneros ($n = 10$), el 3.3 % de la población de 305 comuneros (2017), de las cuales cuatro fueron mujeres y seis varones. Solo cuatro de los seis varones se acuerdan de la investigación en el vivero de la comunidad, todos ellos mayores de 36 años (ver Cuadro 4); ellos confirmaron los arbustos de tolas si se encuentran en las tierras de la comunidad, pero no son utilizados como leña, ya que no dura lo suficiente y las ramas son muy delgadas y solo se emplean a veces como escobas para barrer guano de carnero o para barrer cuando trillan avena. Se concluyó que se trata del género *Baccharis* de diversos tamaños entre 20 – 90 cm de altura (ver Figuras 2 y 3), y los comuneros la reconocen como la especie que se propagó en el vivero, la cual es *Baccharis tricuneata* (Lam) Pers. (Montero 2021). Todos los comuneros que participaron siguen utilizando leña para cocinar y calentar sus alimentos, las especies nativas solo fueron mencionadas por un comunero y entre las mencionadas están: quinnal o queñual (*Polylepis* spp.), colle (*Buddleja coriacea*) y quishuar (*Buddleja* spp.) asimismo mencionó *Pinus* spp. como fuente de energía. La leña más utilizada y de preferencia 9/10 fue la de *Eucalyptus* spp., por ser la más común (están acostumbrados), barato y accesible, incluso tres comuneros mencionaron que les traen para comprar (a costo de 340 soles el millar de leña de eucalipto); otros mencionaron que también utilizan bosta de vaca, pero hay que indicar que la mayoría $\frac{3}{4}$ que menciona el uso de bosta de vaca son mujeres. El 4/10 de los encuestados mencionó que utilizan gas a veces como alternativa a la leña.

Sin embargo, las respuestas a la pregunta 8 señalan que la mayoría de los encuestados 8/10 prefieren tener pino (*Pinus* spp.) en la comunidad, el motivo más mencionado es que esta especie crece rápido, y en segundo lugar por el ingreso monetario proveniente de la comercialización de los hongos-comestibles que crecen bajo el dosel de los pinos, pero un comunero menciona que quieren incrementar el área con

Pinus spp. por el bono del gobierno (no es claro a que tipo de bonos se refería, pero es posible que se trata de bonos verdes), que apoya a las comunidades para que tengan más bosque; el 2/10 de los encuestados mencionó que prefiere al eucalipto (*Eucalyptus* spp.) y solo 2/10 le gustaría tener en sus tierras ambos (ver Cuadro 4).

Por otro lado, los resultados de la pregunta 9, reflejan que no todos los encuestados participan activamente en las labores en el vivero comunal, solo cinco de los encuestados mostraron tener conocimientos de las especies que actualmente se propagan en el vivero de la comunidad y entre ellos están los comuneros que si se acuerdan del estudio en el vivero con las tolas (ver Cuadro 4), de las especies de árboles nativos solo *Polylepis* spp. es propagada en el vivero de la comunidad durante la época de lluvias.

Discusión

Plantación de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata* en SJA

A pesar de que el estudio de propagación dio como resultado plantas aptas para campo definitivo, los arbustos de tolas fueron introducidos en la comunidad SJA con un propósito doméstico -como alternativa de leña verde para cocinar- y con esto fomentar el cambio de uso de la bosta como combustible. Ya que se sabe que la leña verde sustituye el uso de bosta durante la época de lluvias en el sur del país (Reynel 1988). Sin embargo, en base a las respuestas de las encuestas realizadas en la visita del 2020, los comuneros de SJA no le han dado un uso energético ni recíproco con el ecosistema en el que viven, a pesar de que la presencia de especies nativas para el desarrollo sustentable en la puna y en el piso alto de la serranía esteparia tiene un amplio sustento. Ni siquiera son considerados útiles para mitigar la erosión de los suelos, aunque cabe mencionar que no se incluyó en la encuesta una pregunta relacionada a suelos. Pero si se observó mayor cobertura vegetal en los lugares donde está *Baccharis tricuneata* que también es donde se ha hecho



Figura 5. Se observan arbustos del género *Baccharis* creciendo en las laderas de la comunidad SJA. Setiembre 2020.

la plantación con *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. (ver Figura 2).

La visita a la comunidad confirma la presencia de *Baccharis tricuneata*, y la ausencia de *Parastrephia quadrangularis*. Es posible que esta última sucumbió sin lograr naturalmente prosperar porque es un arbusto rastrero de 15–20 cm de altura (Cabrera 1978) y crece en zonas planas, lo que indica que el tipo de suelo y la pendiente puede ser un factor limitante para que pueda prosperar naturalmente. En los tolares de Arequipa se observó que en zonas de pendientes la frecuencia de *P. lepidophylla* disminuía, encontrándose en estas zonas mayor predominio de *B. tricuneata* y otras especies arbustivas (Montero 2006). Lo cual se confirma con lo observado en SJA arbustos del género *Baccharis* están creciendo en la base de los pinos (marcado con línea amarilla en la Figura

2) y junto con árboles de eucalipto, además, que siguen prosperando en terrenos con poca cobertura de suelo; esto se sabe que ha ocurrido sin la intervención de los habitantes de SJA (ver Figura 5). El hecho de que esta especie al parecer se ha propagado naturalmente, es muy positivo en términos de transformación del paisaje; quizás *Baccharis tricuneata* puede ser utilizada como especie nodriza, por ejemplo, en planes de transición hacia el concepto dinámico de agroecología en la sierra central del Perú. También en términos de conservación de suelos, gracias a un sistema radicular bien desarrollado (Reynel y Felipe-Morales 1987, Martínez 2002) el cual asiste a reducir la escorrentía y erosión del suelo⁵ (ver Figuras 2 y 3). Consecuentemente también se la puede emplear con la finalidad de incrementar el nivel de cobertura vegetal.

⁵ Ingeniera Agrónoma Charo Meza. 2020. San José de Aymara, Huancavelica, Perú. Comunicación en línea vía social media.

Baccharis tricuneata en el vivero mostró crecimiento acelerado de la raíz y se sabe que produce gran cantidad de semillas botánicas viables (Montero 2006, 2021), a lo que se le atribuye su habilidad de expansión, las semillas son transportadas por el viento con facilidad; también otros autores mencionan que esta misma especie prospera en suelos pedregosos exigiendo un mínimo de materia orgánica (Borel 1990) y su sistema radicular llega alcanzar una profundidad promedio de 41.9 cm (Martínez 2002). Todas estas características pueden haber aportado a que esta especie sobreviviera a diferencia de *Parastrephia quadrangularis*, que si bien pudo desarrollarse en el vivero incluso en sustratos pobres (Montero 2021) no se la encontró en SJA.

La importancia de los arbustos nativos en el manejo de ecosistemas y su potencial en agroforestería

La expansión de los recursos naturales en la puna y piso alto de la serranía esteparia de la sierra central para un futuro mejor, en el aspecto social, económico y ambiental es un objetivo ambicioso en el que los arbustos andinos son clave para el éxito. Y podría ser como lo dijo Takahashi (2020) “para salvar el bosque tropical amazónico es preciso otorgarles valor económico a todas las especies”. El mismo pensamiento se puede aplicar a las especies arbustivas nativas de la sierra y así lograr la sustentabilidad a largo plazo. También parcelas forestales de EEF que pueden ser monitoreadas y manejadas por comunidades, podría asistir al equilibrio en el ecosistema socioeconómico. Sin embargo, la introducción en exceso de EEF de crecimiento acelerado que compiten directamente por los escasos recursos, como el recurso hídrico, ocasionaría un impacto negativo que solo será evidente en un periodo de 20 a 30 años. Además, se ha reportado que en sistemas agroforestales la inclusión de árboles, usualmente eucaliptos en terrenos de cultivo, redujo la productividad del cultivo, con déficits entre 13 - 17% de la producción (en especial los productores de papa) (Jost 2016). La alternativa sería ajustar/modificar el arreglo espacial de los componentes del sistema (Sánchez 1995). Por lo cual, en

comunidades localizada en zonas similares a la comunidad SJA a los 3 900 m s. n. m. en la sierra central, sistemas silvopastoriles empleando EEF si tiene potencial, siempre y cuando el manejo sea ejecutado a tiempo, por ejemplo, inicio de raleos y mantenimiento de la cobertura herbácea. Para lograrlo el aspecto y arreglos sociales juega un rol impórtate, por ejemplo, en el estudio realizado en la cuenca del Achamayo más del 50% de los habitantes compartió la preferencia de formar parcelas forestales en vez de implementar sistemas agroforestales, para poder enfocarse en cada uno de los sistemas de producción independientemente (Jost 2016). En SJA (2020) se mencionó que el estado es el promotor para que las comunidades tengan más bosque, pero con poco sustento objetivo ya que la producción de hongos comestibles no sustenta el costo. Por lo descrito, en la sierra central del Perú en zonas por encima de los 3 900 m.s.n.m., la competencia y complejidad en bosques cultivados o en sistemas agroforestales (como silvopastoriles) requiere de especies adaptadas a los factores permanentes de los andes, existe evidencia científica y conocimiento local, para poder lograr la combinación adecuada de las especies en un sistema (ver la sección anterior - cambio climático), la proporción dependerá de los aspectos específicos, como objetivos y condiciones del terreno.

En base a lo observado en SJA, arbustos de amplia distribución y con gran potencial de regeneración como *Baccharis tricuneata*, se pueden utilizar, ya que se confirmó que están adaptados y que se regenera naturalmente y crece sin problemas en la cercanía de EEF (ver Figura 2) con lo que demuestra poderla emplear en sistemas silvopastoriles. Lo que no ha logrado es que los comuneros valoren estos usos.

Especies Exóticas Forestales

La introducción de especies exóticas en tierras comunales responde a la importancia para la comunidad, después de todo *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. crecen más rápido que las especies nativas que usualmente son de crecimiento lento; y ambas especies han logrado aceptación

y difusión⁶. Sin embargo, cabe mencionar que el beneficio monetario como los bonos del gobierno puede haber influenciado en la decisión y selección de EEF en SJA, ya que 8/10 prefieren tener *Pinus* spp. en sus tierras. Esto se debe a que como lo puso uno de los comuneros⁷: “Pino, porque podemos comercializar los hongos, y queremos incrementar el área por el bono del gobierno, que apoyara a las comunidades para que tengan más bosque”.

El éxito inicial de establecer efectivamente estas EEF en las tierras de la comunidad es impresionante, ya que se solía pensar hace no más de 20 - 50 años que no sobrevivirían a la exposición de heladas y la escasa presencia de lluvias en esta área durante la estación seca. La estación seca sigue siendo el motivo por el que solo se inicia la jornada en el vivero comunal en invierno (ver Cuadro 4). Pero en la comunidad se continúa empleando leña de *Eucalyptus* spp. (9/10) como fuente de energía, solo una persona mencionó que también utiliza la leña de árboles nativos que crecen por encima de los 3 500 m.s.n.m., pero también confirmó que prefiere utilizar leña de *Eucalyptus* spp. para cocinar “porque arde mejor”⁸, puede que haga referencia a las dimensiones y la humedad de la leña de especies nativas, un factor limitante para su uso como fuente de energía.

Se puede rescatar de los comentarios y los resultados de la encuesta que la comercialización de leña para cocinar continua y es aceptada de una manera positiva, y que la leña proviene de las partes bajas - esto coincide con el análisis en la cuenca de Achamayo donde la mayoría de los dueños de tierras hoy en día si buscan plantar árboles en sus tierras con el propósito de venderlos en un futuro y dejar este recurso para las generaciones futuras de sus familias, donde su primera opción de árbol es *Eucalyptus* spp. (Jost 2016). El hecho de que existe una reciprocidad comercial entre las partes bajas y altas de recursos maderables es interesante, y con esta base se podría sustentar la agregación

de árboles y arbustos nativos en proporciones justificadas para un futuro mejor, en el aspecto social, económico y ambiental en comunidades a los 3 900 m s. n. m. en la sierra central.

Observaciones finales

A pesar de que no se continuó con la producción de tolas en el vivero de la comunidad, donde actualmente *Polylepis* spp. es la única especie nativa que intermitentemente se sigue propagando. De las dos tolas que se plantaron en San José de Aymara en el 2005, solo *Baccharis tricuneata* sobrevivió y al parecer logro prosperar sin la intervención de los comuneros, demostrando que es una especie pionera en zonas de ladera de pendiente media.

Leña de *Eucalyptus* spp. es aceptada y preferida para ser usada como fuente de energía, sin embargo, la mayoría de los encuestados prefieren tener una mayor cantidad de *Pinus* spp. en sus tierras, porque reciben bonos del gobierno y pueden comercializar los hongos que crecen en los terrenos del monocultivo de pino.

Por lo observado en las fotografías del año 2020, *Baccharis tricuneata* tiene potencial para ser utilizada en el manejo de ecosistemas por encima de los 3 900 m.s.n.m. en la sierra central en el departamento de Huancavelica. *Baccharis tricuneata* muestra un gran potencial regenerativo y adaptativo en SJA. Por lo cual, tiene un valor ecológico y su uso es factible, ya que en la comunidad podría ser utilizada en combinación con árboles de especies exóticas como *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp. y no hay indicios que no puede ser empleada en combinación con árboles nativos.

La limitación más evidente de utilizar y valorar a los arbustos nativos en SJA puede estar ligada a temas burocráticos y falta de incentivos nacionales.

Finalmente, se recomienda cuantificar el aporte de materia orgánica y humedad del sue-

⁶ Ingeniera Forestal Cinthia Silva. 2021. Comunicación en línea vía correo electrónico.

⁷ Comunero de San José de Aymará (varón, 36 años). 2020. Comunicación oral. San José de Aymará, Huancavelica, Perú.

⁸ Comunero de San José de Aymará (varón, 48 años). 2020. Comunicación oral. San José de Aymará, Huancavelica, Perú.

lo durante la época seca alrededor de *Baccharis tricuneata*, y determinar el número total de plantas de esta especie en la comunidad, junto con una evaluación más completa de los recursos forestales y agropecuarios presentes en las tierras de la comunidad.

Agradecimientos

A la comunidad de San José de Aymara por el apoyo al estudio de propagación y a los comuneros que participaron respondiendo a las preguntas en la encuesta. A los colegas del CIP que me apoyaron para poder coordinar la salida de campo, y también a los comentarios y observaciones de Charo Meza; y a las ediciones y sugerencias de colegas forestales Claudia Zuleta, Cinthia Silva y François Jost durante el desarrollo de este artículo.

Referencias

Abastos, FP. 1993. Composición Química y Digestiva de Forrajes Nativos en Llamas y Ovinos en el Altiplano Desértico. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. 85 p.

Aureliano, J. 1992. Propagación sexual del Aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K) en el Callejón de Huaylas. Tesis Ing. For. Lima, Perú. 89 p.

Borel, R. 1990. Especies agrosilvopastoriles para la zona altoandina. Pomata, Perú, Arbolandino. 205 p.

Brack Egg, A. 1986. Ecología de un país complejo. En Gran Geografía del Perú. v. 2. Edit. Manfer Juan Mejía Baca. Barcelona, España.

Brako, L; Zaruchi, J. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Missouri, Estados Unidos de América, Botanical Garden. 1286 p.

Cabrera, AL. 1978. Flora de la provincia de Jujuy. Buenos Aires, Argentina. t. 13, pt. 10, 726 p. (Colección científica del INTA).

CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie Técnica. Informe Técnico

402. Turrialba, Costa Rica. 454 p. Consultado 24 octubre 2022. DOI: <http://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-agroforestales-funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf>.

Chepstow-lusty, A; Windfield, MO. 2020. Inca agroforestry: Lessons from the past. AMBIO A Journal of the Human Environment. September 2020. Consultado 14 marzo 2021. DOI: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.6.322>.

Dourojeanni, MJ. 2020. ¿Es sostenible el aprovechamiento maderero de bosques naturales en el Perú? Revista Forestal del Perú 35(2):94-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1577>.

Drechsel, J. 2013. Der potentielle Effekt von vera nderten Temperaturregimes auf ausgewählte landwirtschaftlich genutzte Vegetationsformen in den peruanischen Zentralanden - eine Modellstudie. Tesis Magister. INCA Project. Dresden, Alemania. 108 p.

ICRAF (International Centre Research Agroforestry). 1994. Annual Report for 1993: 80 – 87. Nairobi, Kenya.

Jost, FP. 2016. Trees in the Andes: Sustainable livelihood strategies for risk reduction. Thesis Doc. Dresden, Alemania. 249 p.

PRONAMACHCS (Proyecto Nacional de Manejo de Cuenclas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Perú). 1998. Manual de producción de plantas forestales a raíz desnuda en la sierra peruana. Cajamarca, Perú. 137 p. Proyecto “Forestería en microcuenclas altoandinas”.

Martínez, E. 2002. Caracterización morfológica y fitosociológica de las especies de thola en el ámbito de la cuenca Titicaca. Puno, Perú, IIPSC QOLLASUYO.

Medina, F. 2011. Monitoring and analysing land use/land cover and their changes using Remote Sensing and GIS in the Achamayo and Shullcas region, Peruvian Andes. Tesis Magister. Dresden, Alemania. 105 p. INCA Project

Montero, S. 2006. Propagación sexual de: *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata*

- en San José de Aymara – Huancavelica. Tesis Ing. For. Lima, Perú. 108 p.
- Montero, S. 2021. Propagación mediante semilla botánica de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata* en San José de Aymara – Huancavelica, Perú. *Revista Forestal del Perú* 36(2):118-131. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v36i2.1798>.
- ONERN. 1984. Inventario y evaluación de los Recursos Naturales de la zona alto andina del Perú – Huancavelica. 367 p.
- OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre). 2020. OSINFOR en Cifras. Reporte estadístico IV trimestre – 2019. 74 p.
- Pérez Mercado, R. 1994. Comportamiento hídrico-fisiológico y fases fenológicas de la Thola. Tesis Ing. Agr. Oruro, Bolivia. 130 p.
- Reynel, C; Felipe-Morales, C. 1987. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú: un inventario de tecnología y especies para la integración de la vegetación leñosa a la agricultura. Lima, Perú, FAO. 154 p. Proyecto FAO – Holanda/INFOR.
- Reynel, C. 1988. Plantas para leña en el sur-occidente de Puno. Puno, Perú, MINAGRI. 165 p. Proyecto Arbolandino-Puno.
- Sánchez, PA. 1995. Science in agroforestry. *Agroforestry: Science, policy and practice*. 5 – 55 pp.
- Sánchez-Vega, I; Dillon, MO. 2006. Jalcas. In Moraes, R., Øllgaard, B; Kvist, P; Borchsenius, F; Baslev, H (eds.) *Botánica Económica de los Andes Centrales*. La Paz, Bolivia. p. 77–90. Consultado 14 de marzo 2021. Disponible en <https://www.reserachgate.net/publication/268077864>.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2005. Parámetros climáticos de la Estación Acostambo a 3650 m.s.n.m.
- Takahashi, L. 2020. El desafío del arquitecto en la protección de los bosques del Perú. *Revista Forestal del Perú* 35(2):94-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1578>.
- Villagran C.; Romo, M. 2003. Etnobotánica del sur de los Andes de la primera región de Chile: un enlace entre las culturas altiplánicas y las quebradas altas del Loa superior (en línea). *Revista Antropología Chilena, Chungara (Arica)* 35(1):73-124. Consultado el 11 ene 2005. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562003000100005>.
- Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los andes peruanos: estudio fitogeográfico. 2 ed. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura. 776 p.

Anexos

Cuestionario

(mínimo 6 - 10 entrevistas a pobladores de SJA)

Fecha de ejecución: 26 setiembre 2020

1. Edad y mes de nacimiento:
2. Sexo: F M
3. ¿Esta investigación “propagación de arbustos de tola” en el vivero de la comunidad está en la memoria de los pobladores de SJA?
Si
No (si marca no continuar con la pregunta 6)
4. ¿Cuál de los arbustos es empleado por la comunidad actualmente?
 - a. BT
 - b. PQ
 - c. Ambos
 - d. Ni uno de los arbustos son utilizados, pero se encuentran en la comunidad
 - e. No se encuentran en las tierras de la comunidad
5. Si uno o ambos de los arbustos son utilizados actualmente. ¿Dónde y cómo son utilizados? (aquí incluir foto)
6. ¿Actualmente que combustible o material los pobladores de SJA utilizan para cocinar sus alimentos?
Por ejemplo, madera de eucalipto
7. ¿Qué material o combustible prefieren usar para cocinar sus alimentos los pobladores de SJA actualmente? ¿Por qué?
8. ¿Qué árbol presente en los terrenos de la comunidad es el que prefieres ver en las tierras de tu comunidad de SJA?
9. ¿Qué especies están propagándose actualmente en el vivero forestal de la comunidad? (incluir 3 – 4 especies como mínimo)