

USO Y BENEFICIO DE LA THOLA (*Parastrephia lepidophylla*) EN PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS DE ALTURA EN BOLIVIA

Use and benefit of thola (*Parastrephia lepidophylla*) in sustainable production in high altitude ecosystems in Bolivia

Clotilde Reyna Tapia Alejo¹

RESUMEN

Los suelos del altiplano boliviano, en un mayor porcentaje presentan fertilidad baja y muy baja, característico de suelos secos y fríos, se constituyen en insuficientes en fertilidad para cubrir los requerimientos de los cultivos y menos de la sostenibilidad productiva. La *Parastrephia lepidophylla* es un arbusto erguido que mide de 1 a 2 m de alto, con muchas ramas y resinoso, con olor intenso como de "pino"; cubiertas de pelos suaves. Las hojas están dispuestas en espiral, apretadas en forma de escamas, enteras, ovaladas y carnosas. Tiene flores agrupadas en capítulos o cabezuelas, solitarias en los ápices de las ramitas, de color amarillo y los frutos son aquenios, presentan pelos finos, en la parte superior el aspecto de plumas, de color blancuzco. La Distribución geográfica en Bolivia, se encuentra en la Cordillera Occidental y Oriental, en el Altiplano. En los departamentos de Cochabamba (Bolívar; Tapacarí). La Paz (Pacajes). Oruro (Avaroa; Ladislao Cabrera; Sajama; San Pedro de Totora; Saucarí; Sebastián Pagador; Sud Carangas; Tomás Barrón). Potosí (Antonio Quijarro; José María Linares; Nor Lipez; Tomás Frías; Sud Lipez). Tarija (Avilez). Entre 3500 a 5000 msnm. Además, también se la encuentra en el Perú, Chile y Argentina. Es muy característica de varias comunidades vegetales, principalmente de tholares, por el aporte en materia orgánica, como una especie perenne, por tanto en el presente trabajo, se realiza la revisión de 75 artículos científicos referidos al estudio de *Parastrephia lepidophylla*, presentando un análisis de usos y beneficios que brinda; clasificado por beneficios en la agropecuaria, salud- alimentación y artesanía, es una necesidad que continúe brindando sus beneficios a las generaciones venideras.

Palabras clave: uso, beneficios, *Parastrephia lepidophylla*, Altiplano.

ABSTRACT

The soils of the Bolivian altiplano have low and very low fertility, characteristic of dry and cold soils, which are insufficient in fertility to cover the requirements of crops and less of productive sustainability. *Parastrephia lepidophylla* is an erect shrub that measures 1 to 2 m high, with many branches and resinous, with intense odor like "pine"; covered with soft hairs. The leaves are spirally arranged, tightly packed in the form of scales, entire, oval and fleshy. It has flowers grouped in chapters or heads, solitary at the apexes of the twigs, yellow and the fruits are achenes, have fine hairs, on top the appearance of feathers, whitish. The geographic distribution in Bolivia, is in the Western and Eastern Cordillera, in the Altiplano. In the departments of Cochabamba (Bolívar; Tapacarí). La Paz (Pacajes). Oruro (Avaroa; Ladislao Cabrera; Sajama; San Pedro de Totora; Saucarí; Sebastián Pagador; Sud Carangas; Tomás Barrón). Potosí (Antonio Quijarro; José María Linares; Nor Lipez; Tomás Frías; Sud Lipez). Tarija (Avilez). Between 3500 to 5000 masl. In addition, it is also found in Peru, Chile and Argentina. It is very characteristic of several plant communities, mainly of tholares, by the contribution in organic matter, as a perennial species, therefore in the present work, a review of 75 scientific articles referred to the study of *Parastrephia lepidophylla*, presenting an analysis of uses and benefits it provides, classified by benefits in agriculture, health-food and crafts, it is a necessity to continue providing its benefits to future generations.

Keywords: use, benefits, *Parastrephia lepidophylla*, Altiplano.

¹ ✉ Investigadora Carrera de Ingeniería Agronómica, Unidad Académica Desconcentrada Orinoca, Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1717-2186>. tapiaalejocr2020@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

En el altiplano boliviano, desde el punto de vista socioeconómico, las praderas nativas tienen gran importancia económica por ser base de la agricultura sostenible y ganadera, en éstas se encuentran los denominados tholares, aclimatados a las condiciones de fuertes contrastes en su desarrollo, tales como: vientos, heladas, granizadas y sequías. Entre ellos se destaca la thola (*Parastrephia lepidophylla*) denominada también, como supo thola, por los múltiples usos y beneficios que brinda en los ecosistemas de altura.

La *Parastrephia lepidophylla* es un arbusto resinoso, lignificado, erecto, ramoso: con una altura de 0.5 a 2.0 m de altura, con una cobertura foliar promedio de 1 971 cm² y un área basal promedio de 106.4 cm²; tiene una raíz ramificada, consistente en una raíz principal y raíces secundarias con una profundidad promedio de 40 a 80 cm; el tallo primario no es notorio, los tallos secundarios son de forma cilíndrica, erectos, resinosos, lignificados; las hojas enteras semiagudas en el ápice y ensanchadas en la base, carnosas y adosadas al tallo (imbricadas); inflorescencia en capítulos, cabezuelas solitarias en los ápices de las ramitas sésiles; involucro acampanado de 0.5 a 0.64 cm de altura y un diámetro de 0.20 a 0.35 cm; amarillas, con tres series de filarias, lanceoladas, enteros, curvadas hacia fuera, ovadas, obtusas, algo resinosas, glabras o pubescentes; flores dimorfas, las flores femeninas vienen a ser las que, se encuentra en el perímetro del capítulo o las marginales, que en su mayoría son en un número de 7 a 8 flores, de 0.4 cm de altura, éstas presentan una corola tubulosa-filiforme-angostas, cortas, de estilo prolongado, de 0.5 cm de largo, estigma bífido de 0.1 cm de largo; las flores hermafroditas son las que se encuentran en el disco o en la parte central, presentan una corola tubular de 0.5 a 0.6 cm de altura, penta dentada-lobuladas, con 8 a 10 flores por capítulo. Frutos achenios turbinados de 0.2 a 0.3 cm, de color marrón, vellosos; papús de 0.3 cm de largo, con cerdas ásperas y blanquecinas (Zeballos, 2017).

Pertenece a la familia Asteraceae, tiene como nombre científico *Parastrephia lepidophylla* (Wedd.) Cabrera; los sinónimos son: *Dolichogine lepidophylla* Wedd., *Lepidophyllum tola* Cabrera; los nombres comunes son los siguientes K'irut'hola, Thola, Tholilla (aymara, quechua). Sup'u-thola, Siput'ola, Suput'ula (aymara) (Beck et al. 2010). Aymartola, Suputola, K'iru (aymara)

(Prieto y Laura 2008). K'oa Tola, Tara Tola (quechua, aymara) (Zeballos, 2017).

En Bolivia, se distribuye en la Cordillera Occidental y Oriental, en el altiplano; en los departamentos de Cochabamba (provincias Bolívar, Tapacaré), La Paz (provincia Pacajes), Oruro (provincias Avaroa, Ladislao Cabrera, Sajama, San Pedro de Totora, Saucarí, Sebastián Pagador, Sud Carangas y Tomás Barrón), Potosí (provincias Antonio Quijarro, José María Linares, Nor Lípez, Tomás Frías, Sud Lípez), Tarija (Provincia José María Avilez), dentro de un rango altitudinal entre 3 500 a 5 000 m. Además, también se la encuentra en el Perú, Chile y Argentina (Zeballos, 2017).

Los factores meteorológicos, que tienen principal influencia climática son: la temperatura, precipitación, humedad atmosférica, viento y presión atmosférica, que inciden sobre las actividades y la vida que existe en la tierra, ya que modela el relieve e influye en la distribución de aguas continentales; también, determinan la distribución de vegetales y animales (biomasa) y condiciona las actividades económicas y la distribución del ser humano. El altiplano boliviano, se produce fisiográficamente como consecuencia de la formación de la Cordillera de los Andes, que se constituyen en una formidable barrera para la circulación troposférica, actuando como obstáculo para la circulación entre áreas amazónicas de baja altitud al este y las características zonas anticiclónicas del Pacífico. En la parte central de esta cordillera, se extiende la planicie que da lugar al altiplano que, gracias a su altitud, y cercanía con el Ecuador, presenta una serie de combinaciones climáticas únicas en el mundo; esta climatología tiene un fuerte impacto sobre la disponibilidad de recursos hídricos en las tierras bajas, tanto al este como al oeste y podría estar ligada con la climatología a nivel continental y quizás hasta hemisférica (Garreaud et al., 2003).

La humedad atmosférica es reducida durante el invierno austral cuando predomina sobre el Altiplano la circulación del aire del oeste, durante el verano la humedad aumenta gracias a los movimientos advectivos de masas de aire húmedo desde la cuenca amazónica y localmente gracias a la evaporación del Lago Titicaca (Garreaud y Aceituno, 2007).

La radiación solar disponible y la variación térmica en la superficie altiplánica, está condicionada por factores geográficos y meteorológicos; la radiación solar diaria en el límite externo de la atmósfera, en diciembre es

aproximadamente 70 % superior al valor, que ocurre en junio, sin embargo, dado que la precipitación ocurre en el verano, la elevada nubosidad durante estos meses reduce la disponibilidad energética por tanto, la máxima disponibilidad, se alcanza durante el periodo de transición primavera-verano o verano-otoño; el aumento de la humedad atmosférica y de la nubosidad durante el verano, contribuyen a un enfriamiento nocturno más moderado durante esta época del año, esta situación, tiene una relación directa con la fluctuación anual de la temperatura mínima diaria de la zona, que es mucho menor en invierno que en verano; aunque las condiciones climáticas, no son favorables para la producción de cultivos, gran parte de la población económicamente activa, se encuentra dedicada en forma directa e indirecta a la agricultura, la cual se desarrolla mayormente a secano, esta actividad, se encuentra permanentemente limitada por la sequía y las bajas temperaturas combinadas con la baja fertilidad del suelo y el reducido acceso a otros insumos externos y son extremadamente dependientes de las características climáticas de la zona (García et al., 2020).

Los índices de aridez clasifican las zonas de acuerdo a la relación entre la precipitación caída en una zona y su ETo, valores bajos de esta relación expresan zonas con elevada aridez, pues reflejan que la precipitación no cubre los requerimientos hídricos de esa zona; la aridez anual del altiplano, promedio en todo el territorio altiplánico, presenta aridez elevada; el norte del altiplano está clasificada como zona húmeda durante el verano en años normales y húmedos debido a la elevada precipitación recibida y a los bajos niveles de la ETo en ese periodo y se aprecia la elevada influencia del Lago Titicaca, en el sud y centro del altiplano incluso en años lluviosos tiene una elevada aridez y la precipitación no cubre ni el 50% de la demanda evaporativa de la atmosfera (García et al, 2020).

El cambio climático en el altiplano, según estudios realizado por varios autores comparando cualitativamente con observaciones de estaciones de tierra, verifican los modelos para el altiplano (65° - 70° W, 15° - 20°S); las proyecciones de los modelos concuerdan en que las temperaturas en el altiplano, tienden a incrementarse alrededor de 4°C (Urrutia y Vuille, 2009; Bradley et al., 2006).

La thola, se distribuye en laderas montañosas pedregosas en la zona Norte del altiplano Central, sobre suelos bien drenados; en el altiplano Central y

Sur, se encuentra sobre suelos profundos, a menudo con abundante sal, estacionalmente muy húmedos; es muy característica de varias comunidades vegetales, principalmente de los tholares, referente al estado de conservación, se puede señalar que la especie se encuentra en peligro; las poblaciones han disminuido considerablemente por la extracción continua para combustible (Prieto y Laura, 2008) y por la destrucción de la cobertura vegetal del hábitat para su reemplazo por cultivos de quinua y otros, el área ocupada por los tholares de *Parastrephia lepidophylla*, es más utilizada para cultivos en todo el altiplano, es posiblemente la planta que soporta mayores niveles de explotación y extracción en el altiplano centro-sur de Bolivia (Zeballos, 2017). El tiempo estimado de recuperación natural de los tholares explotados para leña, es de siete años aproximadamente, las plantas a menudo, se extraen desde la raíz, ocasionando pérdidas de la cobertura vegetal de lenta recuperación natural (Prieto y Laura, 2008).

La consideración de estos aspectos motiva el desarrollo del presente artículo, estableciendo las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los usos de la thola en ecosistemas de altura, en Bolivia?

¿Qué beneficios conlleva la disponibilidad de thola en la producción sostenible de los ecosistemas del altiplano boliviano?

El objetivo general del trabajo de investigación es analizar y describir el uso y beneficio de la thola en la producción sostenible de ecosistemas de altura de Bolivia a fin de promover su conservación, con los siguientes objetivos específicos: establecer los antecedentes y experiencias relacionados con la presencia de tholares en la zona de estudio, categorizar la forma de uso y beneficios para ecosistemas de altura que coadyuvan en la seguridad alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo, el área de estudio comprende la región con ecosistemas de altura en Bolivia (que se muestra en la siguiente [Figura 1](#). Más precisamente, la zona situada entra la Cordillera Occidental y Oriental, que comprende los departamentos de Cochabamba (provincias Bolívar, Tapacaré), La Paz (provincia Pacajes), Oruro (provincias Avaroa, Ladislao Cabrera, Sajama, San Pedro de Totora, Saucarí, Sebastián Pagador, Sud Carangas y Tomás Barrón), Potosí (provincias Antonio Quijarro, José María Linares, Nor

Lípez, Tomás Frías, Sud Lípez), Tarija (Provincia José María Avilez), dentro de un rango altitudinal entre 3 500 a 5 000 m.

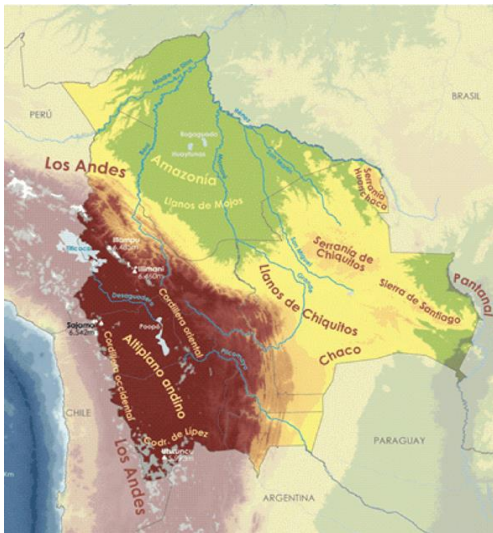


Figura 1. Ubicación del altiplano andino boliviano (Fuente: Lobo, 2021).

La investigación desarrollada, fue enfocada como un proceso analítico orientando al logro del objetivo establecido, a la luz de las evidencias obtenidas, en el proceso de revisión de artículos científicos relacionados a la thola. En tal sentido, la investigación resultante responde al tipo descriptivo, que de acuerdo a Hernández et al. (2010), consiste en describir situaciones, en detallar cómo son y se manifiestan. De este modo, esta investigación busca obtener una mayor comprensión acerca del uso y beneficios de la thola en la vida de ecosistemas de altura; logrando identificar y describir características y aspectos particulares del tema.

Se ha recurrido a una investigación documental, que es un procedimiento racional, que emplea como fuente la revisión de 75 artículos científicos, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno al tema de uso y beneficios de la thola, lo cual tiene como resultado la elaboración del Artículo científico escrito.

Las actividades fundamentales fueron: 1) acopio de información o de fuentes de información primaria. Una vez definido el tema, se realizó el acopio de la información que, según el criterio inicial establecido, sirve para el logro del objetivo planteado; 2) análisis de los datos, se procedió al análisis de los documentos, sintetizando los elementos más significativos en

relación con el tema, tomando como referencia distintos autores; 3) redacción del artículo, con base en el análisis de la información, se desarrolló la redacción del trabajo para su respectiva presentación.

USOS DE THOLA

Típicamente, en relación con el uso de thola, Tapia (2019) establece el uso de la thola en lo siguiente:

- Como forraje de emergencia (para la ganadería).
- Medicina para tratar seres humanos (esta práctica se hereda desde los antepasados que la utilizaban para curar o prevenir diferentes enfermedades).
- En construcción de corrales, en lugares donde no se cuenta con piedras.
- Conservación del suelo, control de la erosión del viento y agua.
- Artesanía, teñido natural para la selección de colores aplicando la concentración de hierbas.
- En la alimentación humana, (el amañoque es una planta parásita de la thola, es más frecuente encontrar en arbustos de suputhola)
- Como combustible en la cocina diaria.
- Como combustible industrial.
- En panadería utilizan en su mayor parte la suputhola, según ellos por tener mayor combustión.
- Las yeseras utilizan gran cantidad de suputhola puesto, que deben mantener por varias horas el horno, paracocinar la piedra caliza por su mayor poder calorífico.

BENEFICIOS DE THOLARES EN EL MARCO DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Las tholas y tholares, son de importancia económica y biológica relevante en las tierras altas de Bolivia, por las siguientes razones (Alzérreca et al., 2002):

- La estructura de los tholares como comunidades vegetales posibilita a que estas actúen, como eficientes cortinas rompe vientos.
- Los ecosistemas de tholares aportan protección a los animales domésticos y fauna silvestre.
- La vegetación de los tholares estabiliza y protege los suelos contra todo tipo de erosión.
- Entre las tholas, la suputhola forma parte de la dieta de llamas y ovejas.
- Los ecosistemas de tholares, presentan microclimas benignos y suelos fértiles, que benefician el crecimiento y producción de especies forrajeras para la alimentación del ganado y para agricultura en lugares con clima apropiado.

- Los usos de la thola en las culturas andinas, fueron tradicionales y en el presente estos aún continúan.
- La superficie de distribución de tholares en la zona andina abarca extensiones considerables.
- La thola, cuya forma de planta de media luna invertida o cono truncado hace que sirva como colchón de las gotas de lluvia, lo que posibilita mayor absorción de agua para el suelo. Hay diferentes especies de tholas las cuales caracterizan a la vegetación de las zonas de altura, lo que constituye un aporte a la biodiversidad florística de arbustos en los Andes.

Los aportes bibliográficos identificados y resumidos en la [Tabla 1](#), evidencia la importancia del uso y de los beneficios, que brinda la thola. No obstante, es indudable los serios problemas de degradación, que sufren los suelos del altiplano boliviano, que afectan a distintos recursos como el agua, medio ambiente y determinan la desertificación, y en general, la degradación del suelo que, según la FAO (2008), afecta la capacidad productiva del suelo y repercute en el bienestar de la sociedad, que afecta alrededor de una quinta parte de las zonas áridas, mayormente en los márgenes semiáridos de zonas de cultivo.

Tabla 1. Uso y beneficio de la thola.

Área	Usos y aplicaciones	Beneficios	Referencias
Agrícola Económica	- Aporte de materia orgánica al suelo - Combustible - Combate la deforestación en la producción y condición del tholar - Protege contra la erosión: mediante la Cobertura vegetal y cortina rompeviento - Medicina para las plantas - Bioindicador - Efecto de enraizadores - Recuperación de tholares amenazados - Restitución de la fertilidad del suelo.	- Mejora la fertilidad del suelo y mejora las condiciones mecánicas del suelo favorece la producción agrícola/ ganadera - Fortalece la producción - Ayuda en la preservación de suelo como factor de conservación del valor monetaria de la tierra - Ayudan en la recarga de los acuíferos subterráneos - 31% de biomasa aporte m.o. al suelo - Se propagan en terrenos en descanso mayor a 6 años. Cambios sucesionales de la diversidad de especies, de la estructura vertical de la vegetación - Aporte de materia orgánica foliar y radicular - Micorrización de especies nativas del altiplano boliviano - Agricultura sostenible. Estudios realizados en el área económica agrícola, fundamentan la importancia y el aporte, que efectúa la presencia de los tholares en el ecosistema del altiplano brindando beneficios a la supervivencia de la vida en condiciones climáticas de alto riesgo para los cultivos, en la zona de estudio. Por tanto, es relevante el rol de la thola por sus cualidades de rusticidad y aclimatamiento en el altiplano.	Paco (2021); Vargas (2021); Wei et al. (2020); Tapia (2019); Zeballos (2017); Quispe (2015); Cussi (2014); Li et al. (2014); Paracca y Cuello (2014); Canqui, (2013); Orellana (2013); Wawrzyk y Vilá (2013); Ancasi (2012) Beck et al. (2010); Beck (2009); Prieto y Laura (2008); De Collahuasi (2007); Arzamendia y Vilá (2006); Coûteaux et al. (2006); Hervé y Beck (2006); Ortuño et al. (2006); Pinto (2002); Pinto y Ascencio (1999); Pizarro (1998); Barrera (1994); Geyger et al. (1992)
	- Fitoindicador	- La floración de <i>Parastrephia lepidophylla</i> es un indicador del momento de siembra de quinua. Aún es empleada como indicador, para la siembra de quinua hasta la fecha, el inicio de la floración de la thola, para los agricultores mayores. Es lamentable, que algunos jóvenes no comprendan, que estas formas de comunicarse con la naturaleza no debe olvidarse, más bien al contrario se debe valorar.	Céspedes (2021)
Sanidad vegetal	- Control de hongos - Control de bacterias con Terpenoides, flavonoides y tremetona	- Extracto Etanólico sobre la inhibición del crecimiento de aislados fitopatógenos de <i>Penicillium digitatum</i> Sacc. y <i>Geotrichum citriaurantii</i>. - Extractos de plantas de <i>P. lepidophylla</i> contra bacterias multirresistentes respalda su uso tradicional para el tratamiento de condiciones	Estrada y Ñaupari (2021); Vargas (2021); Cifuentes et al. (2019); Jiménez et al. (2019); Palavecino et al. (2016) Catorci et al. (2013); Ancasi (2012); Sayago et al. (2012);

- asociadas con microorganismos en humanos y animales.
- El desarrollar formulaciones útiles basadas en productos naturales para aumentar la solubilidad de los compuestos y así facilitar su aplicación en el campo manteniendo sus propiedades.

Domic y Capriles (2009);
Zampini et al. (2009);
Genin y Alzérreca (2006);
Coûteaux et al. (2005);
Chantraine et al. (1998);
Figueroa et al. (1995)

Estudios químicos y bioquímicos realizados, a la thola fundamentan la presencia de componentes químicos, que muy bien pueden realizar el control al ataque de microorganismos como: bacterias y hongos en los cultivos de la zona, incluso para algunos insectos, con productos naturales.

Ganadería	- Alimentación del ganado forraje - Las dinámicas sociales y manejo de producción, combinados con el calentamiento climático, la reducción de agua. - Medicina para animales - Material de construcción de corrales	- Contribución de forraje para la ganadería (flores) es dado por las plantas de hoja angosta y en menor proporción por las plantas de hoja ancha en pastoreo. - Aumento de variabilidad del agua superficial para la sostenibilidad local de la ganadería. - La variación en el espacio, la cobertura y composición de cada unidad de vegetación, y los cambios espaciales y temporales en el uso del hábitat de los herbívoros. - Contiene flavonoides, triterpenos, fenoles, taninos, quinonas, azúcares reductores y aminoácidos, sometido a sobre pastoreo reduce la concentración química de contenidos. - La degradabilidad efectiva encontrados en llamas, para digerir forrajes de baja calidad se debe en primer lugar a un mayor tiempo de retención de un alimento en el rumen. - Los isótopos estables constituyen una línea de investigación que permite, obtener información sobre la subsistencia humana en el pasado e identificar cambios en las estrategias de obtención de recursos. - En la ganadería el aporte de la thola, es relevante principalmente como forraje natural económico, disponible todo el año, de manera natural, por otra parte, protege a otras especies vegetales anuales de menor porte para la alimentación del ganado, también, es un hábitat para la fauna silvestre, parte del ecosistema.	Pedrotti (2021); Beck et al. (2010); Gallardo et al. (2009); Hervé y Beck (2006); Navarro et al. (2005) Teillier (2004); Villagrán et al. (1999); Bonaventura et al. (1998); Geyger et al. (1992)
Social	- Combustible de uso ceremonial	- Favorece el mantenimiento de las costumbres locales que a su vez inciden en disminuir la necesidad de migración. - El continuo uso de la thola como combustible en la vida cotidiana rural, hace que las comidas tengan un sabor muy agradable. - También es empleada como combustible, para realizar seremonias, rituales parte de usos y costumbres locales.	Vargas (2021); Zeballos (2017); Paracca y Cuello (2014); Beck <i>et al.</i> (2010)
Ambiental	- Mitigación cambio climático, Patacamaya - Acumulación de Carbono - Calidad del ecosistema - Ensayos sobre cartografía geobotánica en los Andes.	- Contribuye a disminuir la erosión del suelo. - Ayuda en la adaptación al cambio climático. - Hábitat para otras especies (aves e insectos útiles). - La mayor captura de carbono en la biomasa aérea (tallos/ramas), con promedio de captura de 1.27tC ha^{-1} -	Laime et al. (2021); Mita y Herve (2021); Pedrotti (2021); Parillo (2019); Hualpa (2018); Carro et al. (2015); Portugal (2013); Wawrzyk y Vilá (2013);

	- Referencia al estado de conservación de la vegetación.	- De dióxido de carbono capturado en <i>Parastrephia</i> de 4.66 tCO₂ ha⁻¹. - Favorece en la implementación de programas de forestación y repoblamiento (p.e. flora y vegetación Reserva Nacional de Salinas en Arequipa). - Importancia como bioindicadores de la calidad de ecosistemas. - Especie adaptada para resistir la sequía. - Recuperación de las poblaciones naturales de thola, aumentar la producción de leña. - Valores significativamente superiores en la degradabilidad potencial y la degradabilidad efectiva. - Restitución de fertilidad del suelo y conservación de vegetación en los andes. - Durante invierno seco, el potencial hídrico aumentó a 55 bar, demostrando su adaptabilidad a la zona del altiplano. - Condiciones áridas de la localidad. - El aporte de la thola en el entorno del altiplano, es bastante distinguido como el aporte de materia orgánica para la fertilidad del suelo, recarga de acuíferos bolsones de agua, barreras vivan para contrarrestar erosiones eólicas é hídricas, también brinda cobertura vegetal.	Buytaert et al. (2010); Zeballos et al. (2010); Domic y Capriles (2009); Gallardo et al. (2009); Orsag (2009); De Collahuasi (2007); Hervé y Beck (2006); Montero (2006); Saugier y Pontallier (2006); Navarro et al. (2005); Teillier (2004); Galán et al. (2003); Pinto (2002); Bonaventura et al. (1998); Braun (1997); Carretero (1995); Geyger et al. (1992)
Salud	- Medicina para resfríos en infusión. - Cataplasmas, parches - Compuestos con actividad analgésica similar a la morfina. - Extractos hidroalcohólicos - Patologías inflamatorias - Bioactividad de plantas medicinales andinas bolivianas. - Los arbustos de hoja perenne tenían bajos niveles de transpiración en todo el año, por lo que tuvieron tasas de crecimiento relativamente lentas - Farmacopea herbolaria. El estrés oxidativo juega un papel importante en muchas enfermedades. Las infusiones de hierbas, se han bebido como bebidas durante miles de años y de muchas infusiones de hierbas han sido evaluados.	- Contribuye en el bienestar Salud (se aislaron dos derivados de benzofurano; tremetona 1 y metoxitretona 6). - El consumo de suplementos dietéticos elaborados con estas especies de plantas podría usarse para prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas. - Fitoquímicos, combate el cáncer de colon - El extracto etanólico mostró un alto contenido de polifenoles totales y una importante capacidad antioxidante. La thola, es empleada desde nuestros ancestros en la mejora de la salud, en sus diferentes formas de aplicación: infusiones, macerados, cocciones, parches etc, por los compuestos analgésicos, antiinflamatorias que la componen a esta planta.	Estrada y Ñaupari (2021); Cifuentes et al. (2019); Echiburu-Chau et al. (2017); Zeballos (2017); Li et al. (2014); Benites et al. (2012); Rodrigo (2012) Coûteaux et al. (2005); Villagrán et al. (1999); Geyger et al. (1992)
Artesanía	- Teñido - Taninos 40%	- Obtención de fibra de llama, alpaca y lana de ovino de buena calidad - Curtido piel de alpaca El contenido de taninos presentes en la thola muy bien, se puede emplear en la curtiembre, actividad, que emplea el uso de productos	Condori (2017); Zeballos (2017); Beck et al. (2010)

		químicos que liberados al entorno contaminan dañando el ambiente, es una alternativa usar el tanino natural de las plantas, también la thola, se emplea hoy muy poco en el teñido de la fibra o lana para elaborar tejidos artesanales.	Gimenez et al (2019).
Gastronomía (alimentación)	- Las hojas se emplean para condimentar sopas y asado de carne de llama	- Resultan de interés y se mantiene vigente en la elaboración de comidas tradicionales, constituyendo un rasgo de identidad cultural que por ello merece su consideración. El aroma de la thola, es empleada para condimentar la preparación de la carne en algunos lugares, sin embargo, en muchos otros, se está olvidando esta práctica, es importante revalorizar este saber para mantener una alimentación saludable.	
Cosmetología (salud)	- Uso para la piel.	- Antioxidante y factor de protección solar, atrapadora de radicales libres y factor de protección solar (FPS). Debido a las propiedades antioxidantes y fotoprotectoras. La thola, tiene un factor de protector solar, relevante para la cosmetología, requiere estudios complementarios.	Gajardo et al. (2016)

Se considera, que una de las principales causas, que está contribuyendo a la degradación de los suelos en el altiplano, es el cambio en el modelo productivo de la zona, referido principalmente al cultivo expansivo y desordenado de la quinua en sistemas de producción mecanizado en planicies, que ha traído como consecuencia una baja productividad (Barrientos et al., 2017).

Esta situación, establece la necesidad de identificar y aplicar acciones integrales, sostenibles en el tiempo, a partir de una lógica de causa-efecto, buscando formas de manejo adecuado y que permita mejorar la capacidad regenerativa de los recursos naturales de la zona, de acuerdo con el uso de la tierra, de su aptitud y condiciones socioeconómicas, evitando la ampliación de la frontera agrícola en zonas de calidad limitada y con alta fragilidad. (Orsag, 2009).

PLANTEAMIENTO EMERGENTE

Considerando la necesidad de la preservación y repoblamiento de la thola, como un factor contributivo a la producción sostenible de ecosistemas de altura en Bolivia, cabe señalar, que el desarrollo agrícola sostenible es “la gestión y conservación de la base de recursos naturales y una orientación del cambio tecnológico, que garantice el logro de la continua satisfacción de las necesidades naturales para las actuales y futuras generaciones” (FAO 2008). En este

marco, se establece la agricultura sostenible como un efecto del desarrollo de sistemas alternativos de agricultura que estén acordes con las necesidades de la sociedad actual, que apliquen formas de producción menos agresivas para el medio ambiente, y que sean social y económicamente aceptables. En ese entendido, la thola juega un rol importante por los múltiples beneficios, que brinda en la vida cotidiana, para todos los seres vivos habitantes de ecosistemas de altura.

En el entendido de la existencia de condiciones desfavorables, para las especies nativas especialmente, tholares, por el extrativismo y ampliación de frontera agrícola, el planteamiento, que surge en el presente trabajo, se orienta a la regeneración y conservación de tholares, en base del repoblamiento de la thola en suelos de descanso, que se encuentran propensos a la desertización, así como la conservación de praderas nativas para incrementar el forraje, producir materia orgánica y devolver al suelo su capacidad productiva, todo ello orientado a la mejora de la calidad de vida de los pobladores del altiplano y de esta manera repoblar de vegetación con tholares, los suelos en descanso de cultivos, el reconocimiento de la necesidad de trabajar a través de una planificación y organización con los productores de quinua. A tal efecto se establece el siguiente planteamiento ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Propuesta de repoblamiento de repoblación de la thola.

Indicadores	Actividades	Impacto
Metodológica - Insuficiente información de métodos de multiplicación vegetativa de tholares. - Escasa actividad que coadyuve al repoblamiento de tholares en el altiplano.	Aplicar el procedimiento y protocolos metodológicos desarrollados en la investigación, que regirán la multiplicación sexual, vegetativa, y repoblamiento de (<i>P. lepidophylla</i>). - La thola especie definida para su repoblamiento por los beneficios, que brinda en el entorno del ecosistema. - Contar con plantines de calidad, enraizados y aclimatados. - Identificar el sitio de plantación definitiva. - Evaluar, los resultados posteriores al trasplante y prendimiento de plantines.	- Plantaciones para repoblamiento con fines de recuperación de la superficie de vegetación nativa, conservación y protección de suelos. - Contar con protocolo para la multiplicación, sexual y vegetativa de la thola. - Contar con protocolo para el trasplante y prendimiento de la thola. - Establecer una frecuencia adecuada para su ejecución.
Ambiental - Empobrecimiento del suelo. - Superficie con baja fertilidad. - Menor % de cosechas que garanticen la seguridad alimentaria humana. - Suelos, con escasa cobertura vegetal.	- Detener el arrastre de sólidos, hacia los cursos de agua, lagos y lagunas. - Evitar la erosión eólica de suelos inestables y reducir la destrucción de praderas nativas, escasez de forraje y leña para autoconsumo doméstico. - Reducir la pérdida de la cobertura vegetal por ampliación de la frontera agrícola.	- Protección del suelo y la erosión - Conservación de la humedad en el suelo. - Disponibilidad de materia orgánica en conservar la fertilidad del suelo. - Secuestrador de CO₂ y proveedor de oxígeno, al ambiente. - Ampliar la cobertura vegetal de tholares. - Contar con cortinas rompe-vientos. - Garantizar la alimentación natural del ganado.
Social - Escasa conciencia y compromiso de los agricultores, en la práctica de multiplicación, sexual, vegetativa de tholares y su repoblamiento.	- Establecer, roles y responsabilidades personales e institucionales claros y adecuados, para la actividad. - Identificar los actores involucrados en el repoblamiento de la thola. - Organizar y coordinar el trabajo por fases con los actores principales agricultores. - Definir responsabilidades de los individuos y de la institución del entorno. - Realizar una plantación colectiva, practicando usos y costumbres de relación cordial como el ayni.	- Valorar y cuidar los recursos nativos, sin causar desequilibrios en el suelo, ni en el entorno. - Incentivar a practicar la cultura de la forestación en la población en general con especies adaptadas a condición climática adversas.
Económica - Generar ingresos económicos a costa del desequilibrio ecológico - Ampliación de la frontera agrícola para el cultivo de quinua.	- Emplear, recursos económicos destinados a la actividad apropiadamente. - Tasa anual de forestación de la thola en comunidades superficie/ familia. - Proponer proyecciones de forestación y manejo de la thola.	- Contar con el análisis costo/beneficio de la multiplicación de la thola. - Realizar el análisis costo/beneficio del repoblamiento de la thola.

Consiguientemente, el desarrollo de este trabajo, muestra la necesidad el repoblamiento de especies nativas como la thola para contar con los beneficios, que brinda al entorno y la vida desde el punto de vista ambiental, social y económica del ecosistema.

CONCLUSIONES

En el altiplano boliviano desde el punto de vista socioeconómico, las praderas nativas tienen gran importancia económica por ser base de la agricultura sostenible y ganadera. Los tholares están aclimatados a las condiciones de fuertes contrastes, tales como vientos, heladas, granizadas y sequías; presentan

beneficios múltiples para los ecosistemas de altura. Sin embargo, aún se requiere estudios, que permitan aplicar un manejo adecuado de plantas nativas para beneficio de las comunidades asentadas en el altiplano.

Los factores que influyen en la vegetación en estas áreas son: fisiografía, altitud y disponibilidad de agua. En cuanto a los suelos, los análisis físico-químicos permiten una evaluación de fertilidad, que muestra un mayor porcentaje de suelo con fertilidad baja y muy baja, característico de suelos secos y fríos como los del altiplano, los cuales, se constituyen en insuficientes para cubrir los requerimientos de los cultivos y la vegetación nativa. Consecuentemente, se puede

concluir, que la thola, tiene una ventaja de producción natural y apta para la zona, y asimismo, se puede percibir aún la existencia o presencia de tholares en la zona de estudio.

En relación con el uso de la thola, las zonas en que se desarrolla tradicionalmente, por la ampliación de las zonas productoras de quinua en Bolivia, se van reduciendo en contraste con la ampliación de la frontera agrícola, que va afectando la cobertura vegetal. Por otra parte, su utilización, mayormente para forraje, cultivos, uso medicinal, combustible, causa en muchos casos la depredación de la vegetación y una acelerada degradación del suelo.

Los beneficios que conlleva la disponibilidad de *Parastrephia lepidophylla* en la producción sostenible de los ecosistemas señalados, se observa que estos son múltiples, en la agricultura, ganadería, alimentación, salud y también en la artesanía, en toda la zona de estudio.

Parastrephia lepidophylla tiene importancia y los múltiples beneficios para todos los seres vivos, que se encuentran en su entorno que, paradójicamente es una especie no domesticada; por lo que este trabajo intenta promover la reflexión para conservar y trabajar en el repoblamiento de esta especie en peligro de extinción, que permitirá el desarrollo sostenible de las condiciones socioeconómicas de la región del altiplano, donde la población tiene una economía en base a la ganadería y la agricultura, que en su mayoría es de subsistencia. Consiguientemente, se asume la necesidad de promover una mejora de las condiciones agroecológicas, por lo que se puede concluir manifestando la necesidad de la conservación de la thola, reiterando de que el manejo adecuado de conservación y repoblamiento de tholares, es una tarea urgente, que requiere de la participación de cada uno de los habitantes conocedores de la situación actual y el efecto del cambio climático, que va deteriorando el entorno, las acciones propuestas están orientadas en función de disminuir o evitar la pérdida de biodiversidad y el perjuicio para nuestra casa grande, la madre tierra.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica De Oruro, por acogerme en el programa de Doctorado de Ciencias Ambientales y a la UAD-Orinoca dependiendo de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales por facilitar sus predios que coadyuvaron a realizar la presente investigación.

BIBLIOGRAFIA

- Alzérreca, HA; Cardozo, JL; Calle, GP; Céspedes, J; Cuti, G; Zarate, V. 2002. Estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el Ámbito boliviano en Sistema TDPS. Bolivia. Informe final. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos, PNU, Autoridad Binacional del Lago Titicaca. La Paz, Bolivia. 120 p.
- Ancasi Tumiri, D. 2012. Evaluación de la composición florística, química y carga animal de canapas de la comunidad Jilauta Manasaya, Provincia Sajama, Oruro. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 96 p.
- Arzamendia, Y; Vilá, B. 2006. Estudios etoecológicos de vicuñas en el marco de un plan de manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. Argentina. En: B. Vilá (Ed.). Investigación, conservación y manejo de vicuñas. pp. 69-84.
- Barrera Aparicio, C. 1994. Uso de la tierra y características de poblaciones de thola *Parastrephia lepidophylla* (Wedd, C.) en el cantón San José Llanga, Provincia Aroma, Departamento de La Paz (No. CD-IBTA-T-SB108-B3u). Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier, Chuquisaca, Bolivia. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales.
- Barrientos, E; Carevic, F; Delatorre, J. 2017. La sustentabilidad del altiplano sur de Bolivia y su relación con la ampliación de superficies de cultivo de quinua. IDESA. Arica-Chile, 35(2): 7-15.
- Beck, S; Domic, A; García, C; Meneses, RI; Yager, K; Halloy, S. 2010. El Parque Nacional Sajama y sus plantas. Herbario Nacional de Bolivia - Conservación Internacional Bolivia-Fundación PUMA, La Paz, Bolivia. 252 p.
- Beck, SG. 2009. La vegetación nativa-fuente elemental de sistemas agroforestales sostenibles. Acta Nova, 4(2-3): 439-443.
- Benites, J; Gutierrez, E; López, J; Rojas, M; Rojo, L; Do Céu, M; Calderon, P. 2012. PB NPC Natural Product Communications. NPC. 7(5):611-614.
- Bonaventura, SM; Tecchi, R; Cueto, VR; López, MS. 1998. Patrón de uso de hábitat en roedores cricétidos en la Reserva de la Biósfera Laguna de Pozuelos. Bases para la conservación y manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las Reservas de la Biosfera (JL Cajal, J. García Fernández, y R. Tecchi, eds.). UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation)-MAB (The Man and the Biophera). Montevideo, Uruguay, pp. 127-137.
- Bradley, RS; Vuille, HF; Díaz, A; Vergara, W. 2006. Climate change: Threats to water supplies in the tropical Andes. Science 312: 1755-175. Centro de Ciencia do Sistema Terrestre – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Braun, G. 1997. The use of digital methods in assessing forest patterns in an Andean environment: the Polylepis example. Mountain Research and Development, pp. 253-262.

- Buytaert, W; Vuille, M; Dewulf, A; Urrutia, R; Karmalkar, A; Céleri, R. 2010. Incertidumbres en las proyecciones del cambio climático y reducción regional en los Andes tropicales: implicaciones para la gestión de los recursos hídricos (en línea). *Hidrol Sistema Tierra Sci.*, 14 (7), 1247–1258. Disponible en <https://doi.org/10.5194/hess-14-1247-2010>.
- Canqui, C. 2013. Efecto de enraizadores en la propagación vegetativa de la thola (*Parastrephia lepidophylla*) en ambiente atemperado (No. CIDAB-T-SB108-C8e). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Carretero, EM. 1995. La Puna Argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 31: 27-40.
- Carro, RT; Isla, MI; Ríos, JL; Giner, RM; Alberto, MR. 2015. Propiedades antiinflamatorias de extractos hidroalcohólicos de plantas de la Puna Argentina. *Food Research International*, 67: 230-237.
- Catorci, A; Cesaretti, S; Velasquez, JL; Burrascano, S; Zeballos, H. 2013. Management type affects composition and facilitative processes in altoandine dry grassland. *Acta oecologica*, 52: 19-28.
- Céspedes, RA. 2021. Caracterización de saberes locales mediante indicadores para la producción y comportamiento climático utilizados en la microcuenca Mamaniri municipio de Ayo Ayo. 144 p.
- Chantraine, JM; Laurent, D; Ballivian, C; Saavedra, G; Ibanez, R; Vilaseca, LA. 1998. Insecticidal activity of essential oils on *Aedes aegypti* larvae. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(5): 350-354.
- Cifuentes, F; Palacios, J; Nwokocha, CR; Bórquez, J; Simirgiotis, MJ; Norambuena, I; Chiong, M; Paredes, A. 2019. Polyphenolic composition and hypotensive effects of *Parastrephia quadrangularis* (Meyen) Cabrera in rat (en línea). *Antioxidants*, 8(12): 591. Disponible en <https://doi.org/10.3390/antiox8120591>.
- Condori, VR. 2017. Curtición vegetal de piel de alpaca (*Vicugna pacos* Wedd) con extracto tanico de tola (*Parastrephia lepidophylla*) y sábila (*Aloe vera*) (en línea). Red de Repositorio Latinoamericanos. Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275875>.
- Coûteaux, MM; Hervé, D; Beck, S. 2006. Descomposición de hojarasca y raíces en un sistema de descanso largo (Altiplano de Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 41(3): 85-102.
- Coûteaux, MM; Sarmiento, L; Hervé, D; Acevedo, D. 2005. Determinación de polifenoles solubles en agua y extraíbles totales en biomasa, necromasa y material vegetal en descomposición mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). *Biología y bioquímica del suelo*, 37 (4): 795-799.
- Cussi Canqui, A. 2014. Efecto de enraizadores, en la propagación vegetativa de la thola (*Parastrephia lepidophylla*) en ambiente atemperado (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4260/T-1815.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- De Collahuasi, CMDI. 2007. Adecuación de Áreas de Lixiviación Collahuasi. Volumen 2: Informe. Flora y fauna de vertebrados terrestres presentes en el área del proyecto Pilas dinámicas de lixiviación, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.
- Domic, AL; Capriles, JM. 2009. Allometry and effects of extreme elevation on growth velocity of the Andean tree *Polylepis tarapacana* Philippi (Rosaceae). *Plant ecology*, 205(2): 223-234.
- Echiburu-Chau, C; Pastén, L; Parra, C; Bórquez, J; Mocan, A; Simirgiotis, MJ. 2017. High resolution UHPLC-MS characterization and isolation of main compounds from the antioxidant medicinal plant *Parastrephia lucida* (Meyen). *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25(7): 1032-1039.
- Estrada, AC; Ñaupari, J. 2021. Detección e identificación de comunidades vegetales altoandinas, Bofedal y Tolar de Puna Seca mediante ortofotografías RGB y NDVI en drones "Sistemas Aéreos no Tripulados". *Scientia Agropecuaria*, 12(3): 291-301.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. Evaluación de la degradación de tierras en zonas áridas: LADA Proyect, el informe final requerido en las cartas individuales firmadas entre FAO y el IADIZA, la FAUBA y el INTA Argentina. 92 p.
- Figueroa, N; Estevez, T; Giménez, A. 1995. Propiedades antibacterianas, antimicóticas e insecticidas de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas nativas. *Biofarbo*, 51-62.
- Gajardo, S; Aguilar, M; Stowhas, T; Salas, F; Lopez, J., Quispe, C; Buc-Calderon, P; Benites, J. 2016. Determination of sun protection factor and antioxidant properties of six Chilean Altiplano plants. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 15(5): 352-363.
- Galán de Mera, A; González, A; Cáceres, C. 2003. La vegetación de la alta montaña andina del sur del Perú (en línea). Disponible en <https://doi.org/10.24310/ABM.V28I0.7271>.
- Gallardo, G; Nuñez, A; Pacheco, LF; Ruiz-García, M. 2009. Conservación del puma en el Parque Nacional Sajama (Bolivia): Estado poblacional y alternativas de manejo. *Mastozoología neotropical*, 16(1): 59-68.
- García, M; Yucra, EE; Callisaya AR; Michel, GT. 2020. Atlas de Agroclimatología: Atlas agroclimatológico del altiplano boliviano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Recursos Naturales Proyecto Quinagua. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía (ed). La Paz, Bolivia. 73 p.
- Garreaud, R; Aceituno, P. 2007. Atmospheric Circulation and climatic Variability, Chapter 3 in the *Physical Geography of Soud America*, U.Chile, p.45-60. O3555c03 pmd,
- Garreaud, R; Vuille, M; Clement, AC. 2003. El clima del Altiplano: condiciones actuales observadas y mecanismos de cambios pasados. *Paleogeografía, paleoclimatología, Paleoecología*. p. 5-22.194.

- Genin, D; Alzérreca, H. 2006. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17(1): 265-274.
- Geyger, E; Liberman, M; Lorini, J. 1992. *Ecofisiología de Plantas Cultivadas y Silvestres en el Altiplano Central de Bolivia*. No. 19-La Paz, (19): 1-42.
- Giménez, LA; Vignale, ND; Gurni, AA. 2019. Calidad Botánica de seis plantas andinas, condimenticias y medicinales comercializados en la ciudad de San Salvador de Jujuy Argentina (en línea). *Dominguezia* 35(2): 15-22. Disponible en <http://www.dominguezia.org/volumen/articulos/35202.pdf>.
- Hernández, SR; Fernández, CC; Baptista, LP. 2010. *Metodología de la investigación* (5a. ed) México D.F.: McGraw-Hill. 656 p. ISBN: 978-607-15-0291-9.
- Hervé, D; Beck, S. 2006. Balance de investigaciones sobre la reconstitución de la fertilidad del suelo en el Altiplano central boliviano (TROPANDES-Bolivia) (en línea). *Ecología en Bolivia*, 41 (3): 1-18. Disponible en <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/el-mapa-fisico-de-bolivia>.
- Hualpa Lima, M. 2018. Captura de carbono (CO₂) en dos especies de "Tola" (*Parastrephia lepidophylla* Wedd) y (*Baccharis incarum* Wedd) en el sector Llusta distrito de Mazocruz-Puno (en línea). *Postharvest Biology and Technology* 114:62-68. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.12.003>.
- Jiménez-Reyes, MF; Carrasco, H; Olea, AF; Silva-Moreno, E. 2019. Compuestos naturales: una alternativa sostenible al control de fitopatógenos. *Revista de la Sociedad Química de Chile*, 64 (2): 4459-4465.
- Laime, CA; Choque, DC; Callisaya, HH. 2021. Caracterización morfológica y descripción botánica de poblaciones de tolares (*Parastrephia* sp, *Baccharis* sp, *Fabiana* sp. y *Clinopodium* sp.) en las comunidades del municipio de Patacamaya del Altiplano Central del departamento de La Paz (en línea). *Apthapi*, 7(1): 2160-2168. Disponible en <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/84>.
- Li, S; Li, SK; Li, HB; Xu, XR; Deng, GF; Xu, DP. 2014. Antioxidant capacities of herbal infusions. In *Processing and impact on antioxidants in beverages*. Academic Press. pp. 41-50.
- Lobo, AG. 2021. *Bolivia mapa físico: Cartografía en el nuevo orden mundial en el siglo XXI*. Universidad Complutense de Madrid.
- Mita, QV; Herve, D. 2021. Diagnóstico de la fertilidad del suelo y análisis de la introducción de la mecanización agrícola en las familias Uru Chipayas (en línea). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(3): 31-44. Disponible en <https://doi.org/10.53287/fkfb8438dz68f>.
- Montero Terry, S. 2006. Propagación sexual de: *Parastrephia quadrangularis*, y *Baccharis tricuneata*, en San José de Aymará-Huancavelica (en línea). Tesis. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369135>.
- Navarro, G; Molina, JA y Barra, ND. 2005. Classification of the high-Andean *Polylepis* forests in Bolivia. *Plant Ecology*, 176(1): 113-130.
- Orellana, L. 2013. *Flora y vegetación XV Región de Arica y Parinacota*.
- Orsag, W. 2009. Análisis degradación de suelos en el altiplano boliviano causas y medidas de mitigación. *La Paz-Bolivia, IBEPA*. 1(3) p.27-30.
- Ortuño, T; Beck, S; Sarmiento, L. 2006. Dinámica sucesional de la vegetación en un sistema agrícola con descanso largo en el Altiplano central boliviano. *Ecología en Bolivia*, 41(3): 40-70.
- Paco, ST. 2021. Distribución de especies arbustivas y forestales en el municipio de Patacamaya, provincia Aroma (en línea). *Apthapi*, 7(3): 2287-2294. Disponible en <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/115>.
- Palavecino, RM; Ordóñez, RM; Isla, MI; Sayago, JE. 2016. Activity and mode of action of *Parastrephia lepidophylla* ethanolic extracts on phytopathogenic fungus strains of lemon fruit from Argentine Northwest, *Postharvest Biology and Technology*, 1(114): 62-68.
- Paracca, JI; Cuello, AR. 2014. Análisis de la oferta de energía derivada de la biomasa accesible en el noreste de la puna argentina. *UD y la geomática*, (9): 47-56.
- Parillo, MH. 2019. Estudio de la diversidad florística y su importancia como bioindicadores de la calidad de ecosistemas en la provincia de Arequipa (en línea). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Disponible en http://proyectos-vri.unsa.edu.pe/proyectos_vri/handle/91.103.221022/2781.
- Pedrotti, F. 2021. *Essays on Geobotanic Mapping in the Andes of Bolivia, with Particular Reference to the Conservation Status of the Vegetation*. In *Tools for Landscape-Scale Geobotany and Conservation*. Springer, Cham. pp. 99-126.
- Pinto, A; Ascencio, F. 1999. Efecto de la deforestación en la producción y condición del tholar (*Parastrephia lepidophylla*), Corque-Oruro (No. CIDAB-T-SB193-A7e). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Pinto, IV. 2002. *Sistemas intertropicales de altura: humedales altiplánicos*. El agua en Iberoamerica, 4: 63-72.
- Pizarro, J. 1998. *Estudio Etnobiológico de algunas plantas y aves de la Serranía Esteparia de la provincia de Tarata* (Doctoral dissertation, Facultad de ciencias UNJBG-IDURP 1 Estudio Etnobiológico de algunas plantas y aves de la Serranía Esteparia de la provincia de Tarata Por: José Pizarro N. Informe de prácticas profesionales en el Instituto para el Desarrollo Urbano y Rural del Perú-Tarata Para la Escuela de Biología microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann).
- Portugal, I. 2013. Estudio del Conocimiento local para pronosticar el clima y la Influencia en la toma de decisiones dentro los sistemas productivos de la

- comunidad de Khapi Municipio de Palca (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4158>.
- Prieto, G; Laura, J. 2008. Vegetación y cultivos agrícolas. O. Rocha y S. Aguilar (eds.), Bases Técnicas para el Plan de Manejo del Sitio Ramsar Lagos Poopó y Uru Uru, Oruro-Bolivia, pp. 83-132.
- Quispe Yanahuaya, JM. 2015. Crecimiento de supu tula (*Parastrephia lepidophylla* Cabrera) con abonamiento orgánico en el Centro Experimental K'iphak'iphani, Viacha (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5986/T-2114.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Rodrigo, G. 2012. Bioactivity of Medicinal Bolivian Andean plants. Effects on cell proliferation and related processes (en línea). Lund University. Disponible en <https://portal.research.lu.se/en/publications/bioactivity-of-medicinal-bolivian-andean-plants-effects-on-cell-p>.
- Saugier, B; Pontailier, JY. 2006. El ciclo global del carbono y sus consecuencias en la fotosíntesis en el Altiplano boliviano. Ecología en Bolivia, 41(3): 71-85.
- Sayago, JE; Ordoñez, RM; Kovacevich, LN; Torres, S; Isla, MI. 2012. Actividad antifúngica de extractos de plantas extremófilas de la Puna argentina para el control de patógenos poscosecha de cítricos y moho verde. Biología y tecnología poscosecha, 67: 19-24.
- Tapia, C. 2019. Preservación de Thúlares en el altiplano de Bolivia: La agricultura sostenible garantiza la seguridad alimentaria para todas las familias rurales y urbanas, Editorial Académica Española, 132 p. ISBN 978-613-9-46514-9.
- Teillier, S. 2004. La vegetación de la cuenca media-alta del río Loa (3100-4150 msnm). Región de Antofagasta (II), Chile. Chloris Chilensis, 7(2).
- Urrutia, R; M. Vuille. 2009. Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. Journal of Geophysical Research. 114:1823-1837.
- Vargas Rios, GJ. 2021. Valor de importancia de la flora vascular en el Área de Conservación Regional Vilacota–Maure de la Región Tacna (en línea). Tesis. Tacna, Perú, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Disponible en http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/4440/1963_2021_vargas_rios_gj_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Villagrán, C; Castro, V; Sánchez, G; Hinojosa, F; Latorre, C. 1999. La tradición altiplánica: estudio etnobotánico en los Andes de Iquique, Primera Región, Chile. Chungara, 81-186.
- Wawrzyk, AC; Vilá, BL. 2013. Dinámica de pastoreo en dos comunidades de la Puna de Jujuy, Argentina: Lagunillas del Farallón y Suripujio. Chungará (Arica), 45(2): 349-362.
- Wei, Y; Zhao, Y; Zhou, D; Qi, D; Li, K; Tang, W; Wang, W. 2020. A newly isolated Streptomyces sp. YYS-7 with a broad-spectrum antifungal activity improves the banana plant resistance to Fusarium oxysporum f. sp. cubense tropical race 4. Frontiers in microbiology, 11: 1712.
- Zampini, IC; Cuello, S; Alberto, MR; Ordóñez, RM; D'almeida, R; Solorzano, E; Isla, MI. 2009. Actividad antimicrobiana de especies vegetales seleccionadas de “la Puna Argentina” frente a bacterias sensibles y multirresistentes. Revista de etnofarmacología, 124 (3): 499-505.
- Zeballos, H; Ochoa, JA; Caballero, K; Chancolla, F; Jacobo U; Carlos, J; Aguilar, P. 2010. Contrato de administración parcial de operaciones de la reserva nacional de salinas y aguada blanca. Línea de base-2007. Diversidad biológica de la reserva nacional, 277.
- Zeballos, M. 2017. Conoce nuestra biodiversidad: Parastrephia lepidophylla una especie utilizada como combustible y amenazada por la ampliación de la frontera agrícola. Publicado Museo Nacional de Historia Natural. La Paz-Bolivia.

Artículo recibido en: 03 de junio de 2022

Aceptado en: 29 de agosto de 2022