Doi: https://doi.org/10.53287/xjuk3080jy17t Artículo

CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD INSITU DE TH'ULARES (*Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani*) COMO PRÁCTICA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DEL ALTIPLANO BOLIVIANO

Conservation of insitu biodiversity of th'ulares (*Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* and *Lamphaya castellani*) as a sustainable agricultural practice for food security in the Bolivian Altiplano

Tapia Alejo Clotilde Reyna[1]

RESUMEN

La producción de alimentos es una necesidad prioritaria, el problema surge con la ampliación de fronteras agrícolas para cultivos de quinua, dejando a su paso suelos desprovistos de vegetación, susceptibles a la erosión eólica e inseguridad de producción animal. Por tanto, existe la necesidad de contribuir a la construcción de conciencia de las acciones humanas, que causan desequilibrios entre la producción de alimentos y generar recursos económicos, en desmedro de praderas nativas constituidas por th'ulares. El trabajo, se realizó en la UAD-Orinoca municipio Santiago de Andamarca, del departamento de Oruro, con el objetivo de evaluar la contribución de la conservación de *Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani* como base de una práctica de agricultura sostenible para la seguridad alimentaria del altiplano. La metodología empleada permitió cuantificar especies vegetales nativas e identificar la ampliación de la frontera agrícola, mediante la elaboración de mapas satelitales en gestiones diferentes y comparados posteriormente, respecto a la propagación vegetativa de especies en estudio, se empleó fitohormona rapid root (IBA) 6 g con el fin de enraizar esquejes de th'ulares, cumpliendo el objetivo. Como resultado, se concluye que la cobertura vegetal natural, disminuyo en 5 602 ha, que corresponde al 4.9 % de la superficie total y el cultivo de quinua incrementó en 5 670 ha que corresponde al 4.9 % entre el 2014 a 2016. Por tanto, la conservación insitu de th´ulares, es una necesidad por sus múltiples beneficios como: fertilización del suelo, protección de erosión eólica, alimentación del ganado potencial de la zona, uso medicinal para animales, vegetales y humana, además del empleo en teñido natural, por tanto, es urgente una planificación para su repoblamiento.

Palabras clave: seguridad alimentaria, conservación, th'ular, quinua (*Chenopodium quinoa*).

ABSTRACT

Food production is a priority need, the problem arises with the expansion of agricultural frontiers for quinoa crops, leaving in its wake soils devoid of vegetation, susceptible to wind erosion and insecurity of animal production. Therefore, there is a need to contribute to the construction of awareness of human actions that cause imbalances between food production and generate economic resources, to the detriment of native grasslands consisting of th'ulars. The work was carried out in the UAD-Orinoca municipality of Santiago de Andamarca, Department of Oruro, with the objective of evaluating the contribution of the conservation of Parastrephia lepidophylla, Baccharis incarum and Lamphaya castellani as the basis of a sustainable agricultural practice for food security in the altiplano. The methodology used made it possible to quantify native plant species and identify the expansion of the agricultural frontier, through the elaboration of satellite maps in different management and subsequently compared, with respect to the vegetative propagation of species under study, phytohormone rapid root (IBA) 6 g was used in order to root cuttings of th'ulars, fulfilling the objective. As a result, it is concluded that the natural vegetation cover, decreased by 5 602 ha, corresponding to 4.9 % of the total area and quinoa cultivation increased by 5 670 ha corresponding to 4.9 % between 2014 to 2016. Therefore, the insitu conservation of th'ulares, is a necessity for its multiple benefits such as: soil fertilization, protection from wind erosion, feeding of potential livestock in the area, medicinal use for animals, vegetables and human, in addition to the use in natural dyeing, therefore, it is urgent a planning for its repopulation.

Keywords: food security, conservation, th'ular, quinoa (*Chenopodium quinoa*).

[1]✉ Docente Investigadora, Carrera de Ingeniería Agronómica, Unidad Académica Desconcentrada Orinoca, Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. tapiaalejocr2020@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los suelos del Altiplano central de Bolivia, en su mayoría presentan bajo contenido de materia orgánica y susceptibles a erosiones por actividades de labranza, sin embargo, la producción de alimentos es una necesidad prioritaria en la zona de estudio - Orinoca, que se caracteriza por suelos arenosos, areno limosos en su mayoría, anteriormente las comunidades eran netamente ganaderas con cultivos de subsistencia como papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), a partir del año 2009 se inició el cambio del uso del suelo, implementado cultivos extensivos desde 10 a 100 hectáreas de quinua por familia hasta la fecha, el problema surge con la ampliación de la frontera agrícola para cultivar el grano de oro, posterior a la cosecha, deja a su paso suelos desprovistos de vegetación, susceptibles a la erosión eólica e inseguridad alimentaria para el ganado potencial de la zona las llamas, e incluso corre peligro la desaparición de algunas especies vegetales nativas (VMABCC-BIOVERSITY, 2009). También es notable la reducción de th´ulares, que cumplen funciones importantes en el ecosistema de praderas nativas, que sustentan el 90 % de la alimentación del ganado camélido de la zona (Alzerreca et al., citado por Tapia, 2019).

El objetivo del trabajo es evaluar la contribución de preservar los th´ulares (*Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani*) como base de práctica hacia la agricultura sostenible para la seguridad alimentaria en el altiplano, empleando una metodología que permita reunir toda la información a ser sistematizada con respecto a la cuantificación de praderas nativas, ampliación de la frontera agrícola y propagación vegetativa de las especies en estudio.

La inseguridad alimentaria en el altiplano, se presenta por: deforestación, excesiva sequía, heladas granizadas en épocas inadecuadas, generadas por el cambio climático que amenazan con desatar una crisis, que conlleva a pérdidas económicas significativas, consecuentemente analistas de la ONU afirmaron que, para la agricultura y la alimentación, se corre el riesgo de un incremento en los precios de la canasta familiar (FAO, 2008).

A lo largo de los años, a nivel mundial, se ha consolidado la agricultura extractiva basada en la sobreexplotación de los recursos naturales, esta agricultura ha provocado serias consecuencias a la sociedad en general, pero con más fuerza en los pobladores del área rural, en respuesta a ello, se han consolidado propuestas ecológico productivas que, junto con las reivindicaciones de los campesinos y campesinas, buscan encaminar la construcción de una agricultura sostenible (Fundación Tierra, 2021).

La situación de la seguridad alimentaria, en la región del altiplano pierde cada vez más su relevancia como abastecedor de productos agrícolas y ganaderos. Esta situación, se agudizará a futuro, debido a la parcelación de la tierra, por una menor demanda de productos agropecuarios, así como los problemas de degradación de suelos. El representante del Programa Mundial de Alimentos señala que, en el departamento de Oruro, paradójicamente, se encuentran en rojo con alta, vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, los municipios productores de quinua como Salinas de Garcí Mendoza, y Santiago de Andamarca (Mattei, 2013).

La agricultura de conservación, es un sistema de prácticas agrícolas enfocado en disminuir al máximo la alteración, que se produce al suelo que reduce la erosión del suelo, incrementa sus niveles de materia orgánica, mejora la diversidad y la estructura del suelo e incrementa la fertilidad natural de este. Además, que un suelo productivo, es la mejor defensa de los productores, que permite dar respuestas sostenibles a la seguridad alimentaria. Las praderas nativas, pese a su bajo nivel productivo, constituyen un recurso valioso para la cría de camélidos, debido a que el 100 % de los recursos forrajeros proviene de este tipo de praderas (Martínez et al., 2019).

En general, las llamas utilizan para su alimentación principalmente pajonales y th´ulares, en cambio las alpacas usan principalmente los bofedales (FAO, 2014). Desde el punto de vista ecológico, los camélidos, están adaptados a los pastos duros y poco palatables de la puna, y son una forma eficiente de controlar la desertificación en los altos Andes, la forma de pastoreo de los camélidos, no arrancan los pastos de raíz, además la estructura de sus patas con almohadilla en la planta protege al suelo de la erosión y no reduce la cobertura vegetal, ni por pisoteo (Brack, 2003).

La agricultura sostenible para la seguridad alimentaria, está vinculada a producción y nutrición, que existe cuando todas las personas, tienen acceso físico y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y sus preferencias alimenticias para llevar una vida activa y

saludable (Ministerio de Salud y Deportes, 2005). Por otra parte, la producción industrial en monocultivos contribuye significativamente a la degradación de los suelos, lo que requiere la ampliación de la frontera agrícola y así muchas veces la deforestación, para incrementar la producción de alimentos, sin ampliar la frontera agrícola, se debe incrementar la productividad. Esto puede suceder a corto plazo con un aumento de la oferta de fertilizantes y el uso de semillas genéticamente modificadas, a largo plazo se logrará con una transición hacia formas más sostenibles de la gestión de la tierra (Sager, 2014).

El desarrollo agrícola sostenible, se define como "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), por consiguiente, la agricultura sostenible conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales; no degrada el ambiente y es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable además de aportar a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad) (FAO, 2015).

Donde la disponibilidad de forraje es insuficiente y de baja calidad nutritiva durante la mayor parte del año, los camélidos sudamericanos, se destacan por tener un bajo potencial de consumo y una alta eficiencia digestiva para dietas de baja calidad (Brack, 2003). El manejo y conservación de los recursos naturales y sus servicios son esenciales para producir alimentos y proveer medios de vida sostenibles (ONU, 2014).

Tabla 1. Clasificación de th'ulas por jerarquía de consumo.

Jerarquización de th'ulares	Nombre común	Consumo por animales
1ro	Suputh'ula	Llamas, ovejas en tiempo de lluvia y floración
2do	Ñakath'ula	Lamas consumen los rebrotes en época de lluvia
3ro	Alpachth'ula	Llama, alpacas y ovejas tiempo de lluvia
4to	Lampayath'ula	Llamas, alpacas y ovejas consumen en tiempo de lluvia
5to	Chekath'ula	No consume el ganado
6to	T'olkath'ula	Come el burro todo el año

Fuente: Alzerreca et al. (2002).

Las th'ulas *Parastrephia lepidophylla*, conocida como: Suputh´ula, *Baccharis incarum* de nombre común Ñakath´ula y *Lamphaya castellani* conocido comúnmente como Lamphaya son especies importantes en la producción pecuaria. La importancia de los th'ulares para el ganado es notoria al proporcionar protección para el crecimiento de especies forrajeras. Es preferible disminuir la abundancia de th'ulas hasta límites del 10 al 30 % de cobertura, que favorezcan en crecimiento de plantas forrajeras asociadas y proporcionan leña al mismo tiempo (Alzerreca et al., 2002).

Los beneficios de los th'ulares en la agricultura son diversos como: leña, control de la erosión del viento y agua, en la conservación del suelo forman barreras naturales contra los vientos y el agua. Cuando las condiciones de suelo y clima son favorables para realizar la siembra de cultivos es recomendable dejar bandas de plantas de th'ula, para contrarrestar los vientos fuertes y de esta manera evitar que el viento y agua, se lleve la capa de suelo más fértil (Villca y Genin, citado por Tapia, 2019).

Las th'ulas y th'ulares, son de importancia económica y biológica relevante en las tierras altas de Bolivia por las siguientes razones:

- La estructura de los th'ulares son eficientes cortinas rompe vientos.
- Los ecosistemas de th'ulares aportan protección a los animales domésticos y fauna silvestre.
- La vegetación de los th'ulares estabiliza y protege los suelos contra todo tipo de erosión.
- Entre las th'ulas, la suputh'ula, ñakath'ula y lampayath'ula, presentan microclimas benignos y suelos fértiles que benefician el crecimiento y producción de especies forrajeras y para agricultura. Los usos de la th'ula en las culturas andinas fueron tradicionales y en el presente estos aún continúan.
- La superficie de distribución de th'ulares en la zona Andina abarca extensiones considerables.

La th'ula cuya forma de planta de media luna invertida o cono truncado hace que, sirva como colchón de las gotas de lluvia, las que posibilitan mayor absorción de agua para el suelo. Hay diferentes especies de th'ulas 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 (Alcérreca et al., 2002 citado por Tapia, 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El estudio, se realizó en la Unidad Académica Desconcentrada de Orinoca UADO-FCAyN, perteneciente a la Universidad Técnica de Oruro, durante los meses de enero a diciembre 2014 y 2016.

El cantón Orinoca, se encuentra ubicado a 185 km al sur de la ciudad de Oruro, pertenece al municipio Santiago de Andamarca, provincia Sur Carangas, entre las coordenadas 67º 1' y 67º 38' de longitud Oeste y a los 18º 35' y 19º 5' de latitud Sur. La distribución de la extensión territorial está realizada de la siguiente manera (Tabla 2):

Tabla 2. Extensión territorial y características del suelo de la zona de estudio.

Ayllu	Comunidades	Nº contribuyente	Extensión (ha)	Porcentaje	Suelos
Collana	Lloco	32	5 760	6.9	Suelos arenosos presenta aridez con presencia de dunas de arena, con cobertura vegetal de paja y th'ula.
	Ucumasi	14	2 744	3.3	
	Parantorre	5	980	1.2	
	Agua cruz	26	5 096	6.1	
	Tunavi	22	4 312	5.2	
	Mara Mara	53	10 388	12.4	
	Chauca	12	2 352	2.8	
	Pucarani	14	2 744	3.3	
Subtotal		178	34 376	41.2	
Inchura	Ancorcalla	43	7 740	9.3	Suelos franco arenosos predomina la th'ula, son suelos de pastoreo.
	Pallini	21	4 116	4.9	
	Rosapata	61	10 980	13.2	
	Chihuo	59	10 620	12.7	
Subtotal		184	33 456	40.1	
Sullca	Payacollo	18	3 240	3.9	Suelos franco limosos y franco arenoso presenta canapas, suelos para cultivos y pastoreo
	Isallave	22	3 960	4.7	
	Tarachullpa	15	2 700	3.2	
	Misicuni	10	1 800	2.2	
	Laguiloma	9	1 620	1.9	
	Tholaloma	13	2 340	2.8	
Subtotal		87	15 660	18.8	
Total Orinoca		449	83 492	100.0	

Fuente: PTDI Municipio Santiago de Andamarca 2014-2020.

Metodología

Asumiendo que la ampliación de la frontera agrícola, reduce la población de especies vegetales nativas, provocando deterioro del ecosistema natural en la zona, con el presente trabajo de investigación, se pretende contribuir a la confirmación de esta situación mediante el empleo del SIG y GPS así como, la elaboración de mapas satelitales. Por otra parte, encontrar la forma de propagar los th'ulares (*Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani*), valorando su aporte en la seguridad alimentaria, del cantón de Orinoca, está sustentada en las diferentes concepciones que, conllevan desde la historia y generan procedimientos metodológicos diversos, para afrontar la resolución de problemas científicos en el área de seguridad alimentaria sustentable. Para evaluar la parte experimental práctica, de la propagación vegetativa de esquejes de th'ulares se recurrió al diseño experimental completamente al azar, con los siguientes tratamientos aplicando fitohormonas: T1= polvo; T2= líquido (8 horas) y T3= sin fitohormonas con 4 repeticiones, realizando el ANVA con el objetivo de conocer, si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, según la distribución F.

Para efectuar el diagnóstico la cobertura vegetal de las tres especies de interés, se recurrió al método del transecto (Ruiz et al., 2014), que permitió ubicar los puntos de referencia para una aproximación a cuantificar el porcentaje del espacio que ocupan las tres especies. El procedimiento operativo fue considerando las siguientes etapas:

Diagnóstico de la cobertura vegetal

Se identificó la presencia de *Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani*, con el fin de ubicar los puntos de muestra cada 100 m de distancia

en total 50 puntos de muestreo, la información recolectada, permitió la elaboración del mapa de vegetación.

El sistema de información geográfica SIG es una herramienta que permite representar datos geográficos acerca de aspectos biofísicos del proceso productivo y vegetación natural en la zona de estudio. La metodología aplicada para la construcción de la base de datos es la siguiente:

- Levantamiento de información de campo, de coordenadas, se realizó con GPS (sistema de posicionamiento Global) en diferentes puntos, en total 50, identificando la población vegetal nativa en toda la zona en estudio.
- Base de datos, se creó con la información geoespacial del campo sistematizada.
- Modelamiento SIG, con la información obtenida, se realizó el modelamiento con el programa ArcGIS.
- Clasificación multiespectral, a partir de la elaboración e interpretación de imágenes satelitales y uso de teledetección, se clasificó los valores radiométricos generados por la respuesta espectral de la clorofila de las plantas, la información fue generada por imágenes Landsat de 30 m de resolución espacia y con imágenes compuestas de Google Earth. Determinando con mayor precisión la geometría de las áreas vegetales naturales.
- Verificación de campo, la información de los resultados fue verificado en campo. Pasar de la realidad a una representación o modelo digital supone un gran salto que se entiende mejor si consideramos la existencia de varios niveles de abstracción.

Normalmente, se llevan a cabo tres etapas para pasar de la realidad del terreno al nivel de abstracción que se representa en una computadora y que definen la estructura de los datos, de la cual dependerán los procesos y consultas que se efectuarán en la etapa de producción: realidad; modelo conceptual; modelo lógico y modelo físico (Reuter, 2014).

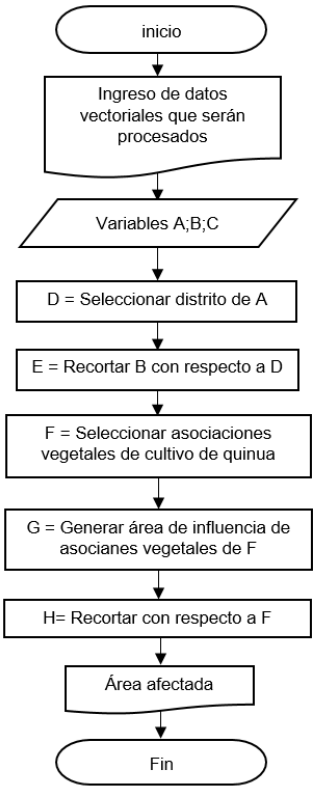

Figura 1. Diagrama de flujo para determinar la cobertura vegetal (Rupay, 2020).

Vegetación natural y cultivo de quinua

- Modelo conceptual (variables y objetos), verifican o aplican teorías e hipótesis sobre variables y procesos, que tienen lugar en la zona de estudio, reducción de la vegetación natural y ampliación de la frontera agrícola.
- Modelo lógico (ráster y vectorial) que utilizan las herramientas del sistema para llevar a cabo, en el ordenador, las tareas requeridas para elaborar mapas.
- Modelo digital (estructuras de datos y algoritmos) nivel de informáticos, y desarrolladores de SIG cuya misión, es ampliar el repertorio de herramientas para cumplir con el máximo número de necesidades.

Función de los th'ulares

Para conocer la contribución de la diversidad biológica de los th'ulares, se hizo la indagación, mediante entrevistas a productores de quinua del cantón de Orinoca, organizados.

Propagación de especies th'ulares

Fue por la parte vegetativa, consistente en cortar una rama de la planta, para enraizarla con aplicación de fitohormonas rapid root en tres tratamientos; polvo (T1), líquido (T2) y sin fitohormonas (T3) con 4 repeticiones, realizados en condiciones bajo cubierta, obteniéndose plantines enraizados en aproximadamente 90 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la producción del cultivo de quinua en la zona de estudio, se verificó mediante la comparación de mapas satelitales la reducción de 395 ha en praderas nativas Lampayal-pajonal duro-th'ular, también la superficie de la asociación pajonal suave-th'ular en 145 ha y th'ular disminuyo en 485 ha, en total 5 602 ha, que corresponde al 4.9 % de la superficie. En cuanto a la extensión del cultivo de quinua, este incrementó en 5 670 ha, entre el 2014 a 2016. Los productores de quinua entrevistados, señalan que, el aporte beneficioso de las especies en estudio (*Parastrephia lepidophylla*, *Baccharis incarum* y *Lamphaya castellani*), es importante para la fertilización del suelo, con aporte de materia orgánica, protección al suelo de la erosión eólica, por otra parte, en alimentación del ganado potencial de la zona llamas y vicuñas, también es empleada en la medicina animal, vegetal y humana, además, se emplea para el teñido natural de fibra, lana para artesanía.

Se han identificado 10 unidades de cobertura vegetal, Gramadal de chijis que se redujo en 290 ha equivalente 0.26 %, en cuanto al pajonal duro y asiru chapi, disminuyó en 1 184 ha equivalente a 1.03 %, kaillar pajonal sueve en 566 ha, representa 0.49 % y el pajonal duro-th'ular en 1 282 ha constituye a 1.12 %, th'ular-kaillar-pajonal duro en 1 201 ha, que compone 1.05 %, por su parte lamphayal-pajonal duro-th'ular en 395 ha que representa a 0.35 %, pajonal suave-th'ular en 145 ha que representa al 0.06 % y th'ular en 485 ha constituido en 0.43 % de superficie, kaillar th'ular en 48 ha que representa de 0.05 % y finalmente Añawayas-airampos-tarataras redujo en 2 ha. Actualmente, por la baja en precios de la quinua, la frontera agrícola, se mantiene relativamente, sin embargo, los suelos cultivados quedaron, con muy escasa vegetación como resultado de la producción de quinua (Tabla 3).

Tabla 3. Superficie de cobertura vegetal afectada por cultivos de quinua en cantón Orinoca.

Código	Especies vegetales	Superficie 2014		Superficie 2016		Superficie afectada de reducción (-) y ampliación (+) (ha)
		ha	%	ha	%	
01	Gramadal de chijis	7 377	6.45	7 088	6.19	- 290
02	Pajonal duro-asiru chapi	7 546	6.59	6 362	5.56	- 1 184
03	Kaillar-pajonal suave	9 364	8.18	8 798	7.69	- 566
04	Pajonal duro-th'ular	5 874	5.13	4 592	4.01	- 1 282
05	Th'ular-kaillar-pajonal duro	6 443	5.63	5 237	4.58	- 1 201
06	Lampayal-pajonal duro-th'ular	8 726	7.63	8 331	7.28	- 395
07	Pajonal suave-th'ular	9 009	7.87	8 864	7.75	- 145
08	Th'ular	4 354	3.81	3 869	3.38	- 485
09	Kaillar-th'ular	2 821	2.47	2 773	2.42	- 048
10	Añawayas-airampos-tarataras	968	0.85	966	0.84	- 002
Total						5 602
	Afloramientos salinos	4 292	3.75	4 225	3.69	- 066
	Agrícola ext. cultivos de quinua	8 440	7.38	14 110	12.33	5 670
	Lagos-lagunas	33 795	29.53	33 795	29.53	000
	Zona inundable	5 414	4.73	5 414	4.73	
Total		114 424	100.00	114 424	100.00	

En la Figura 3 se observa el color rojo que representa a la ampliación de la frontera agrícola y cultivo de quinua, en el mapa se puede ver que crecieron las manchas de color rojo en comparación al mapa de la Figura 2, entre la gestión 2014 y 2016 concluyendo que creció en 5 670 ha en solo 2 años, de esta manera efectuando un cambio de uso del suelo de pastoreo con praderas nativas (que garantizan la seguridad alimentaria de la producción animal potencial de la zona las llamas), en suelos cultivados.

Los pastos naturales de zonas de alta montaña contribuyen a una mejor disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas, por las siguientes razones:

- La producción de agua y la calidad de la misma pueden incrementarse con el manejo adecuado de los pastos naturales.
- La mejora de la condición del pasto natural tiene una relación directa con la conservación del suelo, incremento de la infiltración del agua y la disminución de la erosión. También que "desde el punto de vista ecológico, los camélidos, están adaptados a los pastos duros y poco palatables de la puna, y son una forma eficiente de controlar la desertificación en los altos Andes (Alejo et al., 2014).

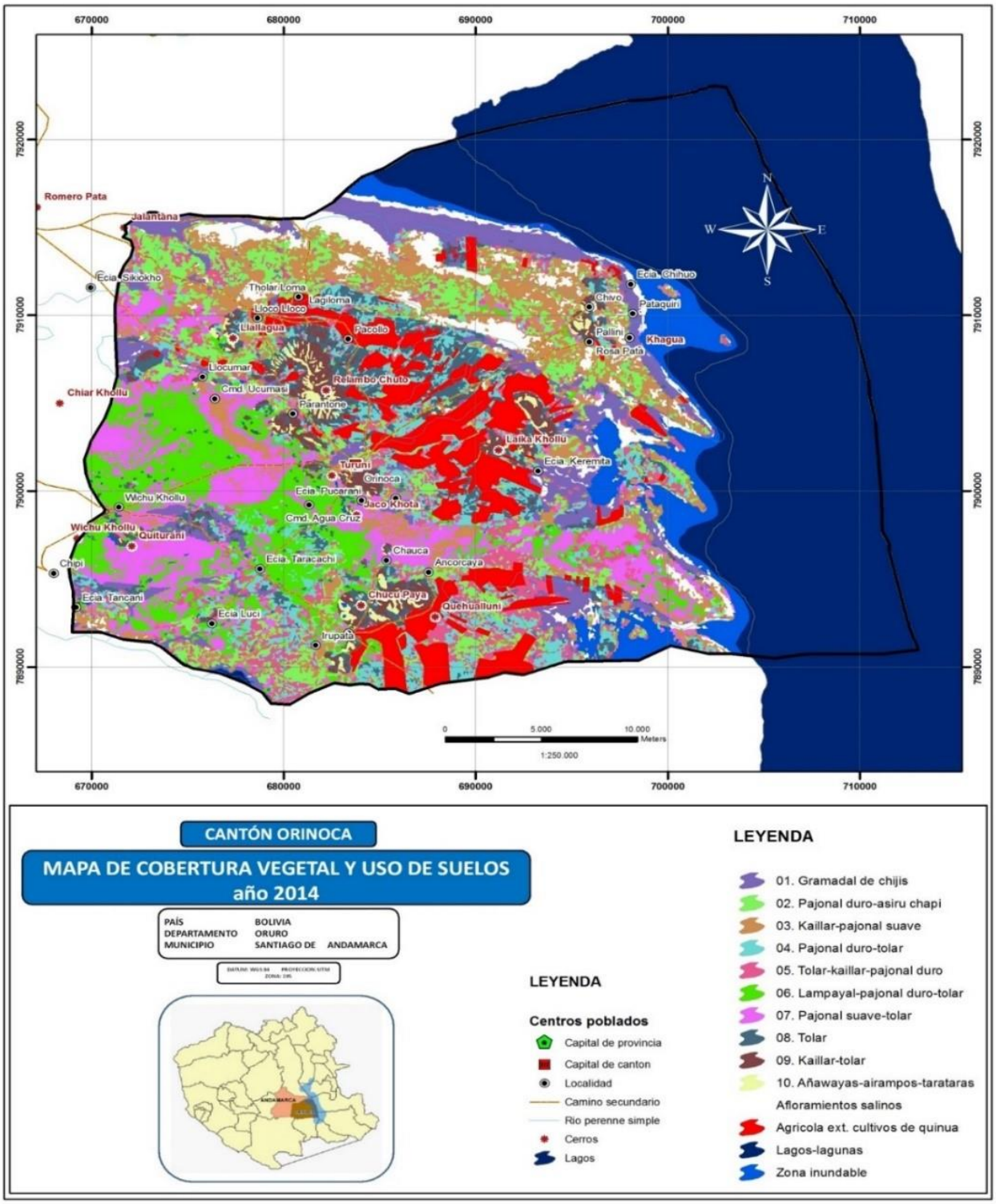

Figura 2. Mapa de cobertura vegetal en el cantón Orinoca (2014).

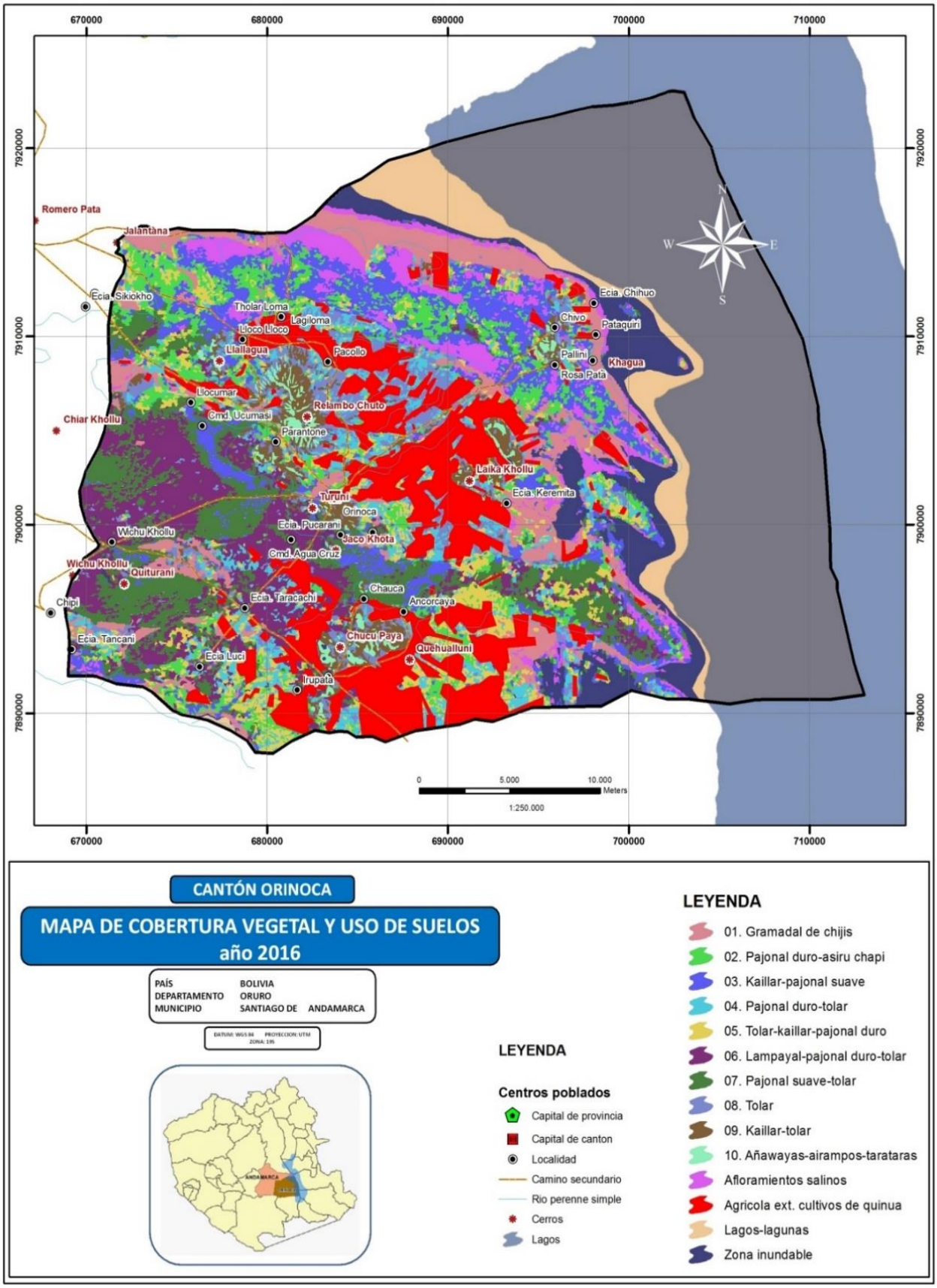

Figura 3. Mapa de cobertura vegetal en el cantón Orinoca (2016).

La Figura 4 presenta en resumen el número de raíces formadas por esqueje de las especies en estudio, alcanzando el mayor número de raíces formadas con la aplicación del T1 con 12 raíces promedio por esqueje de *Parastrephia lepidophylla*, y 10 raíces promedio por esqueje en *Baccharis incarum* a diferencia del T2 y T3 que presentaron la formación de menor número de raíces entre 11 y 8 raíces promedio, finalmente en Lamphaya castellani, el esqueje logró formar 3 raíces con la aplicación del T1.

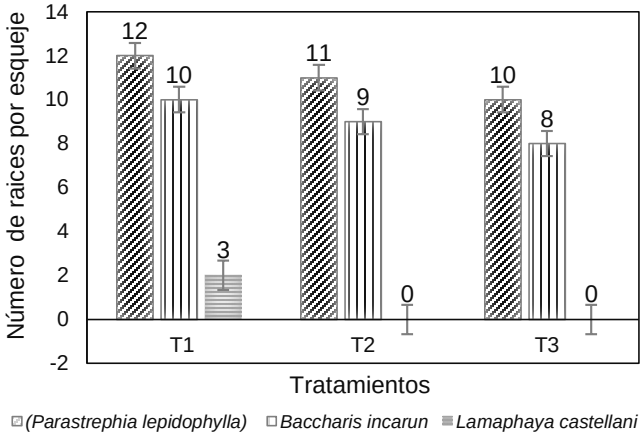

Figura 4. Número de raíces por esquejes.

Concerniente a la propagación vegetativa con aplicación de fitohormona rapid root (IBA) 6 g, el resultado obtenido fue; enraizamiento de esquejes de *Parastrephia lepidophylla* reporta 85 %, para *Baccharis incarum* 63 % de esquejes enraizados y *Lamphaya catellani*, logro enraizar 5.6 %.

El ANVA (Tabla 4), indica que la aplicación de fitohormonas en los 3 tratamientos, no tuvo efectos significativos estadísticamente en el enraizamiento de los esquejes de las especies en estudio.

Tabla 4. Análisis de varianza para número de raíces por esqueje.

Fuentes de variación	Gl	SC	CM	F
Tratamientos	2	1.556	0.7778	1.40 ns
Error	6	3.333	0.5556	
Total	8	4.889		

CV= 2%; Gl = grados de libertad; SC = sumatoria de cuadrados; CM = cuadrados medios; F= f calculada; ns = no significativo.

CONCLUSIONES

El cambio de uso de suelo, implementado en el cantón de Orinoca, a partir del año 2009 hasta la fecha, con el cultivo de quinua, disminuyó notablemente la cobertura vegetal natural, verificándose mediante la comparación entre mapas satelitales de la gestión 2014 a 2016. Referente a la cuantificación de praderas, lampayales y th'ulares, redujo su población en 395 ha, también la superficie de la asociación pajonal suave-th'ular en 145 ha y th'ular acorto en 485 ha en total, disminuyó en 5 602 ha la vegetación natural. En cuanto a la extensión del cultivo de quinua, incrementó en 5 670 ha para que este unirme. El aporte de los th'ulares, es muy importante en la conservación de suelos, tanto en la fertilización mediante la contribución de materia orgánica, protección al suelo de erosión eólica, por otra parte, en alimentación del ganado, llamas y vicuñas, también es empleada en la medicina animal, vegetal y humana, además, se utiliza en la artesanía para el teñido de fibra y lana. Sin embargo, la continua extracción de th´ulares, han reducido su población juntamente a la ampliación de la frontera agrícola, situando en peligro los suelos fértiles, por lo mismo la escasez de pasturas nativas que, sostienen la alimentación de la producción ganadera. En consecuencia, desequilibrando la función de los th´ulares. Por lo expuesto es urgente la conservación de th'ulares con planificación.

Referente a la propagación vegetativa con la aplicación de fitohormonas rapid root (IBA) 6 g, con la finalidad de enraizar los esquejes de th'ulas, en Parastrephya lepidophylla logro enraizar el 85 %, para (*Baccharis incarun*) los esquejes enraizados corresponde al 63 % y Lamaphaya castellani, 5.6 %, en la evaluación, se reporta que la formación de raíces no está influenciada de manera significativa por la acción de las fitohormonas, sin embargo, se pudo verificar que las raíces más fuertes al momento del conteo, son aquellas formadas por el tratamiento 1 con la aplicación de fitohormonas en polvo, en comparación con los otros 2 tratamientos. Se cuenta con información referente a la disminución de cobertura vegetal natural, los beneficios reconocidos de los th'ulares en el ecosistema y resultados de la propagación vegetativa. Por toda la información obtenida en la investigación, se concluye; es urgente una planificación para el repoblamiento de th'ulares.

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 FCA y N por facilitar sus predios que coadyuvaron a realizar la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Alejo, RJ; Valer, BF; Pérez, SJ; Canales, SL; Bustinza, V. 2014. Programa de Adaptación al Cambio Climático - PACC Perú, Manual Técnico. Nº 2: Manejo de pastos naturales altoandinos. Coordinación Nacional del PACC. Perú. 70p.

Alzérreca, HA; Cardozo, JL; Calle P; GP; Céspedes, J; Cuti y V. Zarate. 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.

Brack, EA. 2003. Los camélidos sudamericanos. Perú. 26 p.

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.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Guía Técnica sobre la gobernanza de la tenencia: Respeto del consentimiento libre, previo e informado: Orientaciones prácticas para gobiernos, empresas, ONGs, pueblos indígenas y comunidades locales en relación con la adquisición de tierras. Gobernanza de la tenencia. 170 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Directrices voluntarias sobre la Gobernanza responsable de la tenencia: de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la Seguridad Alimentaria y Nutricional. 212 p.

Fundación tierra. 2021. Características de la Agricultura Sostenible y Agroecológica; Por una Agricultura Sostenible. Editorial FUR DIE WELT. La Paz-Bolivia. Cartilla Nº2. 48p. Serie Promotores del Uso Sostenible de la Tierra y el Territorio.

Martínez, MÁ; Osuna, ES; & Espinosa, RM. 2019. Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(4):765-778. Recuperado 22 de mayo de 2020.https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1640

Mattei, P. 2013., Naciones Unidad en Bolivia: 102 de 339 municipios en estado crítico por inseguridad alimentaria, lunes 21 de octubre, La Paz, Bolivia.

Ministerio de Salud y Deportes. 2005. Programa Nacional de Alimentación y Nutrición: sistema de las naciones unidas 32 sesión anual del comité permanente de nutrición proceso preparatorio, estudio de caso Bolivia la alimentación y nutrición en los procesos de desarrollo 40 p.

ONU (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Guía Técnica sobre la gobernanza de la tenencia: Respeto del consentimiento libre, previo e informado: Orientaciones prácticas para gobiernos, empresas, ONGs, pueblos indígenas y comunidades locales en relación con la adquisición de tierras. 73 p.

PTDI (Plan Territorial de Desarrollo Integral para vivir bien). 2016-2020. Gobierno Autónomo Municipal Santiago de Andamarca (primera sección – provincia sur carangas). 289 p.

Reuter, AF. 2014. Sistema de información Geográfica: Modelos-Datos-Información-Base de Datos. Universidad Nacional de Santiago de Estero, Serie Didáctica N°25. Argentina. 86 p. ISNB 978-9871676-37-8

Ruiz, CG; Martínez, GR; Guevara, CA; Alanís G; Gonzales, GS; Escobar, FJ; Delgadillo, RJ; Hernández, VJ. 2014. Manual de técnicas selectas para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en Baja California.165 p. ISBN: 978-607-607-228-8.

Rupay R. 2020. Bolivia entre el Desarrollo Sostenible y la Explotación de la Naturaleza - El marco político y jurídico de los Sistemas Agroforestales como ejemplo para una agricultura sostenible. Acta Nova, 6(3), 194-209. Recuperado en 12 de septiembre de, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892014000100003&lng=es&tlng=es

Sager, F. 2014. Bolivia entre el Desarrollo Sostenible y la Explotación de la Naturaleza, el marco político y jurídico de los Sistemas Agroforestales como ejemplo para una agricultura sostenible. RevActaNova. 6(3):194-209. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892014000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1683-0789.

Tapia, C. 2019. Preservación de Th'ulares en el altiplano de Bolivia: La agricultura sostenible garantiza la seguridad alimentaria para todas las familias rurales y urbanas, Editorial Académica Española, 132 p. ISNB 978-613-9-46514-9.

VMABCC-BIOVERSITY (Viceministerio Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos). 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz, Bolivia. 344 p.

Artículo recibido en: 01 de mayo 2021
Aceptado en: 26 de agosto 2021