Zanjas de infiltración en áreas cercadas para la recuperación de la vegetación y cobertura vegetal en monte nativo xerofítico en comunidades del Cono Sur de Cochabamba

[1] Franz Gutiérrez; [1] Ruddy Meneses; [2] Ramiro Iriarte; [2] Javier Burgos; [2] Karen Ovando; [3] Hugo Villarpando; [1] José Espinoza; [1] Eduardo Castellón

[1] Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (FCAyP - UMSS)
[2] Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (FCAyP - UMSS)
[3] Instituto de Biodiversidad y Recursos Naturales (FCA - USFXCh)

E mail: fragutfer@hotmail.com

Resumen. El trabajo se realizó dentro el marco de un trabajo relacionado a la resiliencia frente al cambio climático, en el periodo de noviembre de 2016 a marzo de 2018. Se cercaron (con cerca eléctrica) parcelas en las comunidades de *Callejones B* y *Chingurí* (municipio de Aiquile, Cochabamba). Dentro las áreas cercadas fueron abiertas zanjas de infiltración en curvas de nivel, distanciadas a diez metros entre sí, dentro las cuales se sembraron especies forrajeras introducidas de los géneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Chloris* y *Eragrostis*, con la finalidad de observar su potencial para el incremento de la capacidad de carga, al incrementar la oferta forrajera. Al concluir el proyecto se evidenció que el control del ingreso del ganado a la pradera nativa, permite una notable recuperación de ésta, promoviendo el incremento y enriquecimiento de biomasa forrajera y de la biodiversidad. Se ha demostrado las ventajas y bondades productivas de las actividades propuestas e implementadas, logrando incrementos de la capacidad de carga animal, con prácticas de cercado de áreas y siembra de gramíneas forrajeras en zanjas de infiltración, teniendo en promedio 0.6 UAc/ha/año sin intervención frente a 1.69 UAc/ha/año con intervención.

Palabras clave: Gramíneas forrajeras; Potencial productivo; Germoplasma forrajero.

Abstract: **Infiltration ditches in fenced areas for vegetation recovery and plant covering in the native xerophytic mount in communities of the Southern Zone of Cochabamba.** From November 2015 to March 2018, this work was carried out within the framework related to resilience to climate change. Plots were fenced (with electric fence) in the communities of *Callejones B* and *Chingurí* (municipality of Aiquile, Cochabamba). Inside the fenced areas, infiltration ditches were opened in contour lines, ten meters apart, inside which were introduced forage species of the genera *Panicum, Brachiaria, Chloris* and *Eragrostis*, with the aim of observing their potential for increasing the carrying capacity, by increasing the forage offer. At the end of the project, it was evident that the control of the entry of livestock into the native pasture allows a remarkable recovery of this, promoting the increase and enrichment of forage biomass and biodiversity. It has demonstrated the advantages and productive benefits of the proposed and implemented activities, achieving increases in the capacity of animal load, with practices of areas fencing and sowing of forage grasses in infiltration ditches, having on average 0.6 UAc/ha/year without intervention against a 1.69 UAc/ha/year with intervention..

Keywords: Resilience; Soil erosion; Forage grasses.

Introducción

En el *Cono Sur* de Cochabamba, en el municipio de Aiquile, los mayores problemas ambientales son la erosión y la pérdida de cobertura vegetal (fotografías 1 y 2), principalmente a causa del sobrepastoreo y del sistema de manejo de monte xerofítico, bajo ramoneo y pastoreo de especies herbáceas, por parte del ganado criollo caprino, bovino y ovino.

Fotografía 1. *Severa erosión en zonas de serranía en Chingurí*

Fotografía 2. *Escasa a nula cobertura vegetal herbácea, en Callejones B*

Esta situación, incide en la seguridad alimentaria de la población y en su calidad de vida. Asimismo, estos problemas generan costos sociales y económicos a las comunidades y al *Gobierno Autónomo Municipal de Aiquile*, que invierte cada año recursos económicos y técnicos en la mitigación física del daño provocado por desastres naturales, directamente relacionados con el cambio climático.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó realizar un trabajo de investigación aplicada y participativa, en dos comunidades de Aiquile, concretamente en los sindicatos agrarios *Chingurí* y *Callejones B.*

La investigación estuvo orientada a realizar actividades para la recuperación de la pradera nativa comunal, mediante técnicas innovadoras en áreas xerofíticas. Para las actividades propuestas, la base fue el cercado de áreas degradadas (seleccionadas por los comunarios en cada sindicato) de monte nativo, principalmente a causa del sobrepastoreo de ganado caprino.

Una vez que se tenía las áreas cercadas (con cerca eléctrica, Fotografía 3), se implementaron zanjas de infiltración, en curvas de nivel, con la finalidad de realizar una cosecha de agua, para la siembra de especies forrajeras en las zanjas, a fin de incrementar la cobertura vegetal y por ende la biomasa forrajera.

El Proyecto se consolidó a partir de una demanda de dos comunidades del municipio de Aiquile y gracias a la oportunidad de financiamiento del *Proyecto de Investigación Aplicada para la Adaptación al Cambio Climático* (PIA-ACC), que es una iniciativa de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) y de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), apoyada por la Cooperación Suiza en Bolivia, cuyo propósito es:

> "*… promover y fomentar investigación aplicada que contribuya a generar conocimientos dirigidos a aumentar la resiliencia de las poblaciones de la región andina de Bolivia, más vulnerables a los impactos extremos y graduales del cambio climático, agra-*

> *vados por la propia exposición de la población a los peligros y altos niveles de pobreza material, social y espiritual*" … (PIA ACC *et al*. 2014).

El objetivo concreto del trabajo fue determinar la carga animal y capacidad de carga de la pradera nativa, antes y después de la ejecución de acciones por parte del Proyecto, específicamente como respuesta a la implementación de las zanjas de infiltración y producción de biomasa forrajera en éstas.

Fotografía 3. *Instalación de cerca eléctrica con plena participación de los beneficiarios en Chingurí (arriba) y Callejones B (abajo)*

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en dos comunidades del municipio de Aiquile:

⇨ ***Callejones B***, ubicada al Noreste de Aiquile, con coordenadas geográficas:
18º11'2.222" de latitud Sur;
76º58'9.628" de longitud Oeste;
2000 msnm

⇨ ***Chingurí***, ubicada al Sur de Aiquile, en las coordenadas:
18°23'48.891" de latitud Sur;
77º13'18.271" de longitud Oeste;
2040 msnm

Para el cercado de las áreas de trabajo, se empleó un kit de panel solar, aisladores de diferentes tipos, alambre acerado liso, resortes tesadores, tenaza corta frío y postes de madera (*cuchi*).

Socialización del Proyecto. Para dar inicio al trabajo, se realizaron talleres de socialización en reuniones ordinarias de los sindicatos de *Callejones B* y *Chingurí*, durante los cuales se compartió y discutió los alcances del Proyecto a desarrollar y los aportes de los beneficiarios que debían asumir, principalmente, apoyo mediante la mano de obra.

Selección de áreas de monte nativo: Para realizar el estudio de la recuperación de la pradera nativa, los terrenos fueron seleccionados por los mismos beneficiarios de cada comunidad, en *Callejones B* se seleccionaron dos sitios (4.08 ha en la parcela 1, y 1.99 ha en la parcela 2); en *Chingurí* se definió solo una parcela de 3.33 ha. El perímetro de las tres parcelas fue cercado utilizando cerca eléctrica accionada por un kit de panel solar con alambre lizo acerado, el cual se colocó en 5 hilos de alambre, los 3 hilos inferiores estuvieron distanciados a 20 cm y los dos superiores a 30 cm.

Implementación de las zanjas de infiltración: En las áreas cercadas se implementaron zanjas de infiltración, utilizando "nivel A", con la finalidad de cose-

char el agua de lluvia, a fin de mitigar el efecto de la sequía y favorecer el desarrollo de especies forrajeras sembradas en las zanjas. Este trabajo se realizó antes del inicio de la temporada de lluvias.

El trazado de las zanjas se realizó empezando de la parte más alta del terreno, las zanjas fueron abiertas en forma manual, utilizando picota, siguiendo las curvas de nivel del terreno, previamente trazadas con ayuda de un nivel A (Fotografía 4),. Esta operación inicial es de fundamental importancia y debe ser trazada garantizando un nivel 0 para permitir la captación y retención de la escorrentía provocada por las lluvias. El largo de la zanja estuvo determinado por el ancho del área cercada, la separación entre zanjas de infiltración fue de 10 m, con atajos cada 20 a 30 m.

Siembra de especies forrajeras introducidas: La siembra de las especies de gramíneas forrajeras se realizó al voleo, distribuyendo la semilla en toda el área removida al realizar las zanjas de infiltración en curvas de nivel. Las especies utilizadas en base a su tolerancia a la sequía fueron:

- ⇨ *Panicum maximum* (variedades Gatton panic y Aruana)
- ⇨ *Brachiaria decumbens* (variedad Basilisk)
- ⇨ *Chloris gayana* (grama rhodes)
- ⇨ *Eragrostis curvula* (pasto llorón)

Determinación de la Carga Animal (CA) y de la Capacidad de Carga (CC):

La Carga Animal (CA) se estimó con información primaria de población ganadera (Censo Agropecuario 2013, INE) y la superficie de tierras de pastoreo extensivo, en base a mapas elaborados por CISTEL y VRHyR (2014).

La Capacidad de Carga (CC) en las zonas de trabajo, se calculó en base a muestreos en transectos de 100 m con lecturas a cada 10 m, en cuadrantes de 0.25 m^2 por muestreo, mediante corte directo de la biomasa y determinación de rendimiento en base seca, aplicando un factor de uso de 80%.

Con estos muestreos, se determinó la biomasa existente al interior de las tres parcelas cercadas, y para fines comparativos, también se midió la biomasa en áreas aledañas a las áreas cercadas, en las cuales se tenía un continuo pastoreo abierto de ganado, principalmente caprino. Estas estimaciones sentaron las bases para estimar la Capacidad de Carga Animal para dos ciclos agrícolas continuos.

Las siguientes fotografías ilustran parte de las actividades realizadas para establecer las zanjas de infiltración en ambas localidades.

Fotografía 4. *Utilización de Nivel A para garantizar un correcto trazado de la curva de nivel, de tal modo de lograr 0% de pendiente, con lo cual se logrará captar y retener el agua de escorrentía de la escasa lluvia que se presenta en la zona*

Trazada la curva de nivel con Nivel A, se procede a la apertura manual de la zanja, la cual debe medir como mínimo 40 cm en la base, 60 cm en la parte superior y tener 40 cm de profundidad

La siembra se debe realizar al voleo, poco antes o al inicio de la época lluviosa y con las gramíneas forrajeras recomendadas y que son aptas para zonas áridas y semi áridas

La zanja, al no tener desnivel y ser perpendicular a la pendiente del terreno, garantiza una captación óptima y retención del agua procedente de la escorrentía de las lluvias (izquierda), con lo cual se aseguran condiciones adecuadas para la germinación de la semilla sembrada y el consecuente desarrollo de las gramíneas recomendadas, en el caso de la fotografía de la derecha, el pasto Eragrostis curvula (pasto llorón)

Excelente desarrollo de las gramíneas sembradas en las zanjas en el mismo ciclo agrícola. Izquierda: Día de campo demostrativo con comunarios de Wara Wara en Callejones B. Derecha: Excelente desarrollo de Brachiaria decumbens var. Basilisk.

Notable recuperación de la vegetación gracias a las zanjas de infiltración, a dos años de la siembra. En la fotografía, el pasto Gatton Panic en la parcela cercada de Chingurí, mostrando producción semillera de la especie en zonas donde se tenía escasa o nula cobertura herbácea

Resultados y discusión

En base a evaluaciones realizadas en las áreas cercadas, en cada una de las localidades de intervención del Proyecto, se determinó la producción de biomasa nativa en áreas entre las zanjas de infiltración y de pastos introducidos en las zanjas de infiltración.

Se presentan los principales resultados, en base a mediciones puntuales de campo, con un análisis estadístico descriptivo antes que inferencial.

Carga Animal estimada antes de la intervención del Proyecto

Al inicio del Proyecto y en base a datos oficiales del INE (Censo Agropecuario 2013) y considerando datos de CISTEL - VRHyR (2014), el Cuadro 1 presenta estimaciones sobre la Carga Animal (CA) en las dos comunidades de trabajo del Proyecto PIA ACC 11.

La Carga Animal (Cuadro 1), que en este caso resulta de dividir el número de animales caprinos más ovinos sobre la superficie de tierras destinadas al pastoreo, en la localidad de *Callejones B*, es menor que en *Chingurí*, por lo que se infiere que las tierras de pastoreo de la localidad de *Callejones B*, se encuentran más degradadas que las de *Chingurí*, como efectos del sobre pastoreo y el alto nivel de extracción de leña del monte nativo, entre otros.

Cuadro 1. Carga animal estimada para dos localidades en el municipio de Aiquile [3]

Localidades	Población caprina + ovina	Superficie de tierras de pastoreo extensivo	Carga animal UA/ha
Callejones B	834 UA	1009 ha	0.8
Chingurí	1774 UA	1037 ha	1.7
Promedio			**1.3**

Capacidad de Carga Animal antes y después de la intervención del Proyecto

La Capacidad de Carga Animal (CCA), que es un valor independiente de la población animal, se determinó en base a muestreos realizados por el Proyecto PIA ACC 11, en abril de 2017 y marzo de 2018, en áreas sin intervención (áreas de pastoreo libre y abierto) y áreas con intervención (dentro las parcelas cercadas), para lo cual se consideraron los siguientes parámetros:

- Peso vivo promedio de unidad animal caprino (UAc): **40 kg**
- Consumo de materia seca (MS) por día (3% de peso vivo): **1.2 kg MS/UAc/día**
- Consumo de materia seca por año (365 días * 1.2 kg MS): **438 kg MS/UAc/año**
- Producción estimada de biomasa nativa en base a muestreos *in situ*: **316 kg MS/ha**
- Factor de uso de la biomasa: **0.8**

En base a estos datos, en el Cuadro 2, se estima la Capacidad de Carga Animal, antes de la intervención del Proyecto.

Cuadro 2. Capacidad de Carga Animal caprino (CCAc) de la pradera nativa (promedio de dos zonas en el municipio de Aiquile)

Consumo MS/UAc/Año	Producción MS promedio de la pradera nativa	Factor de uso de la biomasa	Producción MS utilizable de la pradera nativa	CCAc de la pradera nativa
438 kg MS/UAc/año	316 kg MS/ha	0.8	253 kg MS/ha	0.6 UAc/ha/año

Comparando la Carga Animal y la Capacidad de Carga Animal, como promedio de las dos zonas de intervención del Proyecto, se evidencia que existe un sobrepastoreo muy elevado, ya que la pradera nativa solo puede soportar una carga animal de 0.6 UAc/ha/año y la carga animal que soporta es de 1.3 UA/ha.

Además se debe considerar que el dato de la Carga Animal solo considera ganado caprino + ganado ovino, dejando de lado la carga animal bovina, que en el caso de *Chingurí* llega a 865 animales y en *Callejones B* llega a 116 animales (información del INE: Censo Agropecuario 2013). Con estos valores, la Carga Animal es aún mayor, y por tanto las condiciones de sobrepastoreo aún peores, en áreas de pastoreo que ya están altamente degradadas y carecen de cobertura vegetal. Solo se consideró a caprinos y ovinos por la preponderancia de este tipo de ganado en la zona de trabajo, por el poco control del manejo de pastoreo que ejercen los dueños de los rebaños sobre los mismos y por su sistema de consumo de la vegetación herbácea, llegando al ras del suelo, por tanto causando mayor incidencia negativa para una regeneración de la biomasa nativa.

Producción de biomasa nativa y de gramíneas introducidas

El Cuadro 3 detalla los resultados de evaluaciones de biomasa al interior de las áreas cercadas, tanto de biomasa nativa, como del forraje producido en las zanjas.

Capacidad de Carga Animal con la implementación de acciones por parte del Proyecto

Con los valores del Cuadro 3 y a partir del consumo estimado de forraje, por ganado caprino (1.2 kg MS/UAc/día), se calculó la Capacidad de Carga Animal con las acciones implementadas por el Proyecto (Cuadro 4).

Cuadro 3. Producción de biomasa al interior de áreas cercadas con cerca eléctrica, en tres parcelas en dos localidades de Aiquile y para dos años consecutivos

Localidad y ciclo agrícola	Biomasa nativa	Biomasa de gramíneas en zanjas	Total de biomasa bruta utilizable	Total de biomasa neta disponible *
	kg MS/ha			
CHINGURÍ				
2016-2017	680	46	726	581
2017-2018	640	210	850	680
CALLEJONES B (parcela 1)				
2016-2017	560	160	720	576
2017-2018	1340	280	1620	1296
CALLEJONES B (parcela 2)				
2016-2017	520	76	596	477
2017-2018	808	225	1033	827
Promedio general de las tres parcelas cercadas (kg MS/ha)				
2016-2017	587	94	681	**545**
2017-2018	929	238	1167	**934**

***** Factor de uso del forraje: 0.8

Cuadro 4. Capacidad de Carga al interior de áreas protegidas con cerca eléctrica (promedio de tres localidades y para dos años consecutivos)

Ciclo agrícola	Total de biomasa neta disponible	Consumo de MS por ganado caprino	Capacidad de Carga para ganado caprino
2016-2017	545 kg MS/ha	438 kgMS/UAc/año	1.24 UAc/ha/año
2017-2018	934 kg MS/ha	438 kgMS/UAc/año	2.13 UAc/ha/año
Promedio			**1.69 UAc/**

El Cuadro 5 presenta los resultados de biomasa disponible y aprovechable, estimados mediante muestreos fuera de las tres áreas cercadas en las dos localidades, para dos periodos de evaluación.

En base a estos resultados, se obtuvieron los valores de Capacidad de Carga Animal caprina que se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Producción de biomasa nativa en áreas externas a las áreas protegidas con cerca eléctrica (áreas de pastoreo libre y abierto), en tres parcelas y dos localidades, para dos años consecutivos

Localidad y ciclo agrícola	Total de biomasa disponible (kg MS/ha)	Total de biomasa aprovechable (kg MS/ha)
Chingurí		
2016-2017	280	224
2017-2018	192	154
Callejones B (parcela 1)		
2016-2017	41	33
2017-2018	516	413
Callejones B (parcela 2)		
2016-2017	320	256
2017-2018	548	438
Promedio de las tres parcelas cercadas		
2016-2017	214	171
2017-2018	419	335

***** Factor de uso del forraje: 0.8

Cuadro 6. Capacidad de carga en áreas externas a las áreas protegidas con cerca eléctrica (áreas de pastoreo libre y abierto), en tres parcelas de dos localidades y para dos años consecutivos

Ciclo agrícola	Total de biomasa neta disponible	Consumo de materia seca por ganado caprino	Capacidad de carga para ganado caprino
2016-2017	171 kg MS/ha	438 kgMS/UAc/año	0.39 UAc/ha/año
2017-2018	335 kg MS/ha	438 kgMS/UAc/año	0.76 UAc/ha/año

En las tres áreas cercadas (en total 10 hectáreas en las dos comunidades) se logró evitar el ingreso de ganado, por tanto se dieron las condiciones para incrementar la vegetación nativa (en especial gramíneas y compuestas), además, con la siembra de gramíneas forrajeras, se diversificó (todas las gramíneas sembradas en las zanjas son pasturas introducidas, por tanto nuevas en la zona) e incrementó (el nivel productivo de los pastos introducidos en las zanjas es muy superior al nivel de las especies nativas) la biomasa disponible para el ganado.

Durante el tiempo de trabajo del proyecto, en las dos zonas de trabajo se realizaron actividades de difusión para la adopción de las tecnologías propuestas, además de haber mantenido una estrecha relación con los productores, en todos los trabajos realizados, bajo un enfoque de investigación participativa. Una real adopción de las propuestas se deberá analizar en el mediano, una vez concluido el proyecto.

En cuanto a costos de la tecnología propuesta: *cercos eléctricos, zanjas y siembra de pastos introducidos*, básicamente, el Anexo 1 presenta el detalle del costo, en base a los parámetros básicos antes indicados.

Conclusiones

- Se evidencia condiciones de sobrepastoreo en la zona, el cual incide de manera muy negativa en la pradera nativa, que desde ya tiene serias limitaciones para ofertar biomasa forrajera en términos de calidad y menos aún en términos de cantidad.

- Se debe controlar el ingreso de ganado a la pradera nativa, mediante la implementación de cercos eléctricos. Esta es una opción viable y sustentable, ya que da condiciones para una recuperación natural de la pradera, además de permitir el establecimiento de prácticas agrícolas, que promueven el incremento y enriquecimiento de biomasa forrajera y de la biodiversidad vegetal (especies nativas que al no ser consumidas lograrán completar ciclos reproductivos y por tanto diseminación de semillas), con los consecuentes efectos positivos ambientales en general.

- En las áreas más degradadas, se recomienda medidas de conservación de suelos y aguas, como zanjas de infiltración en curvas de nivel, en áreas restringidas al pastoreo abierto (cercadas), donde eventualmente se pueda utilizar pastoreo racional, con lo cual se puede lograr una regeneración más rápida de las especies nativas, a diferencia de zonas de pastoreo abierto, donde los efectos del sobre pastoreo impiden una regeneración medianamente rápida y la pérdida de vegetación es constante.

- Al concluir el Proyecto, si bien se ha demostrado las ventajas y bondades productivas de las actividades propuestas e implementadas (incremento de la capacidad de carga animal con prácticas de cercado de áreas y siembra de gramíneas forrajeras en zanjas de infiltración: 0.6 UAc/ha/año sin intervención frente a 1.69 UAc/ha/año con intervención), lamentablemente a nivel macro, la carga animal en las áreas abiertas y de pastoreo libre, se ha mantenido en las dos comunidades y lo más probable es que se haya incrementado, en serio desmedro de la capacidad productiva de estas áreas y con la consecuente pérdida de cobertura vegetal.

Referencias sugeridas y citadas

Ayala J., Stemmer A., García R., Ergueta R., Valle-Zarate A., San Román J. 2004. Sistemas de producción caprina en Mizque y Carrasco, departamento de Cochabamba. **En:** Memorias de la XV Reunión Nacional de ABOPA, Oruro, 24 al 26 de noviembre de 2004. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" CIF-UMSS (Editor). Cochabamba, Bolivia. (Versión electrónica en CD).

Caballero R. 1994: Sistemas caprinos y ovinos de producción en los valles de Mizque y Aiquile (Cochabamba, Bolivia). **En:** Iñiguez, L. y E. Tejada (editores): Producción de rumiantes menores en los valles interandinos de Sudamérica. Memorias de un taller sobre metodología de la investigación. Tarija, Bolivia.

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF). 2018. Zanjas de infiltración en áreas protegidas con cerca eléctrica. Proyecto PIA ACC 11. CIF. Cochabamba, Bolivia. Folleto de divulgación. 8 p.

Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL). 2018. Evaluación de la aptitud natural de la Tierra. Proyecto PIA ACC 11. CISTEL. Cochabamba, Bolivia. Folleto de divulgación. 8 p.

CISTEL - VRHyR. 2014. Informe final del Proyecto: Línea Base y Esquema de Sistema de Monitoreo de la Degradación de Tierras Secas de Bolivia". Convenio 34. MMAyA, VRHyR.

Gobierno Municipal de Aiquile. 2009. Plan de Desarrollo Municipal. Gestión 2005-2009.

Gutiérrez F., Meneses R., Iriarte R., Burgos J., Ovando K. 2018. Proyecto "Gestión Territorial, Recuperación de la Pradera Nativa Comunal y Manejo de Unidades Productivas, para la Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático en Áreas Xerofíticas del Municipio de Aiquile (PIA ACC 11)". Informe Técnico Final. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" / CISTEL. PIA ACC. 77 p. + Anexos (publicaciones).

Gutiérrez F., Meneses R., Iriarte R., Burgos J., Ovando K., Espinoza J, Castellón E. 2018. Zanjas de infiltración en áreas cercadas para la recuperación de la vegetación y cobertura vegetal en monte nativo xerofítico en comunidades del Cono Sur de Cochabamba. **En:** Revista de Agricultura. Instituto de Investigaciones FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 58: 93-100.

INE: Censo Agropecuario 2013. CD digital. La Paz, Bolivia.

Iñiguez L. (Editor). 2013. La Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica. Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa); Caprinos y Ovinos Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD); Centro Internacional de Investigación Agrícola para las Zonas Áridas (ICARDA). Brasilia, Brasil. 564 p.

Iriarte R., Stemmer A., Lizeca S., Javier B., Ergueta R., Zarate M. 2011. Relación del uso pecuario con el bosque xerofítico de Pasorapa, Omereque, Mizque. Proyecto FC-17 Asdi. UMSS. Cochabamba, Bolivia. Folleto divulgativo.

Joaquín N. 2008. Capacidad de carga animal actual y potencial en pastizales nativos del Chaco Boliviano. **En:** Memorias de la XVII Reunión Nacional de ABOPA, Santa Cruz de la Sierra. 29 al 31 de mayo de 2008. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" CIF-UMSS (Editor). Santa Cruz, Bolivia. (Versión electrónica en CD).

Menacho M., Stemmer A., Ergueta R. 2012. Caracterización de los sistemas de producción de rumiantes menores en el cono sur del departamento de Cochabamba. **En:** Memorias de la XIX Reunión Nacional de ABOPA, La Paz, 6 al 8 de septiembre de 2012. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" CIF-UMSS (Editor). Cochabamba, Bolivia. (Versión electrónica en CD).

PIA-ACC, AGRUCO, WCS. 2014. Documento de concurso (pliego de especificaciones) para proyectos de investigación aplicada en adaptación al cambio climático.

Ramírez K., Gutiérrez F., Gonzales J. 2010. Conservación y aprovechamiento sostenible de recursos forrajeros de la pradera nativa andina. **En:** Revista Forrajes y Semillas Forrajeras, vol. 12, p. 13-20. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (Editor). Cochabamba, Bolivia. 102 p.

Stemmer A., Valle-Zarate A. 2014. El rol de la cabra Criolla en el sistema de producción de pequeños productores de Cochabamba. **En:** Revista de Agricultura. FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 53: 1-7.

Stemmer A., Lizeca S. Iriarte R., Burgos J., Ergueta R., Zarate M. 2011. Sistema de Producción Rumiantes Menores en Mizque y Omereque. Proyecto FC-17 Asdi. UMSS. Cochabamba, Bolivia. Folleto divulgativo.

Stemmer A., Valle-Zárate A., Altug T. 2005. Rendimiento productivo y sistema de producción de la cabra criolla en la provincia Mizque, Cochabamba. **En:** Revista de Agricultura. FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 34: 28-31.

Terrazas R. La erosión hídrica en las tierras de Aiquile (cuenca del Uchuchajra). 1995. **En:** Revista de Agricultura. FCAyP-UMSS. Cochabamba, Bolivia. Nro. 25.

Anexo 1: Estimación de costos (a junio de 2018) para la implementación de cerca eléctrica, apertura de zanjas de infiltración y semilla de forrajeras introducidas (por hectárea) [1]

Cantidad	Descripción	Precio unitario (Bs)	Total (Bs)
1	Kit panel solar	5414.00	5414.00
2	Rollos de alambre acerado	626.00	1252.00
10	Tesador resorte galvanizado	55.00	550.00
40	Aislador doble garra	3.50	140.00
80	Aislador de tornillo para madera	5.60	448.00
1	Manija aisladora c/resorte	21.00	21.00
30	Postes de madera cuchi	60.00	1800.00
3	Varillas de cobre (tierra)	30.00	90.00
15	Jornales (plantado de potes, apertura zanjas)	120.00	1800.00
Global	Semilla de gramíneas introducidas	--	120.00
TOTAL			**11635.00**

[1] : La capacidad del energizador con panel solar es para 60 kilómetros de alambre eléctrico. Por hectárea solo se tiene 2 kilómetros de alambre, por lo que el panel solar podría energizar 30 hectáreas, lo cual disminuiría los costos si se requiere cercar mayor superficie.