

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; 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)

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 2015 a marzo de 2018. Se cercaron (con cerca eléctrica) parcelas en la comunidad 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 adaptación para incrementar la oferta forrajera. Al concluir el proyecto se evidenció que el control del ingreso del ganado a la pradera nativa, permite una noble 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: Resiliencia; Erosión de suelos; Resiliencia; Gramíneas forrajeras.

Summary: 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 community 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 adaptation for 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 noble 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; Resilience; 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 Chinguri*



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 *Chinguri* 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, agravados por la propia exposición de la población a los peligros y altos niveles de pobreza material, social y espiritual” ... (PIA ACC et al. 2014).



Fotografía 3. Instalación de cerca eléctrica con plena participación de los beneficiarios en Chingurí (izquierda) y Callejones B (derecha)

El objetivo central 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.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en comunidades del municipio de Aiquile **Callejones B**, ubicada al Noreste de Aiquile, a 2000 msnm y **Chingurí**, ubicada al Sur de Aiquile, a 2040 msnm. Para el cercado de las áreas de trabajo, se empleó un kit de panel solar, aisladores de diferentes tipos, alambre acerado liso, tesadores, tenaza corta frío y postes de madera (*cuchi*).

Metodología

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. Las tres parcelas cercadas tienen las siguientes coordenadas geográficas:

Callejones B, parcela 1:

18°11'33.5" de latitud Sur
64°58'10.2" de longitud Oeste
2032 msnm

Callejones B, parcela 2:

18°11'53.1" de latitud Sur
64°57'25.7" de longitud Oeste
2000 msnm

Chingurí:

18°23'12.1" de latitud Sur
65°13'13.1" de longitud Oeste
2021 msnm

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 cosechar el agua de lluvia, a fin de mitigar el efecto de la sequía y favorecer el desarrollo de especies forrajeras que se sembraron 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 Gattón pannic y Aruana)
- ⇒ *Brachiaria decumbens*
(variedad Basilik)
- ⇒ *Chloris gayana*
(grama Rhodes)
- ⇒ *Eragrostis curvula*
(pasto llorón)

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* vr. *Basilik*.*



*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

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.

Además y para fines comparativos, también se midió la biomasa al exterior de 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.

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 más baja que en la localidad de *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*.

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 1. Carga animal estimada para dos localidades en el municipio de Aiquile

| 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 |

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. No se considera la carga animal bovina que en el caso de *Chinguri* 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 de por sí están altamente degradadas y carecen de cobertura vegetal.

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 de infiltración.

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

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 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/ha/año |

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, además, con la siembra de gramíneas forrajeras, se diversificó e incrementó la biomasa disponible para el ganado. A la fecha, al interior de las parcelas cercadas, es evidente un pleno proceso de recuperación de la vegetación herbácea y arbórea, disponiéndose de un total de 62 zanjas de infiltración, con más de 3700 metros lineales de zanjas, en total.

Conclusiones

- Se evidencia condiciones de sobrepastoreo en la zona, el cual incide de manera muy negativa en la pradera natural, 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 del ganado a la pradera nativa mediante la implementación de cercos eléctricos. Esta es una opción viable y sustentable, ya que permite 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, 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, que permitan lograr la regeneración más rápida

de las especies nativas y otras de doble propósito, para alimento del ganado y de consumo humano.

- 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 citadas

- 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.
- INE: Censo Agropecuario 2013. CD digital. La Paz, Bolivia.
- PIA-ACC, AGRUCO, WCS. 2014. Documento de concurso (pliego de especificaciones) para proyectos de investigación aplicada en adaptación al cambio climático.

Trabajo recibido el 22 de octubre de 2018 - Trabajo aceptado el 12 de noviembre de 2018