

# Recuperación de la vegetación forrajera en hábitats de camélidos en los Andes de Bolivia <sup>1</sup>

Humberto Alzérreca Angelo <sup>2</sup>

## Resumen

Se discute resultados de recuperación de praderas por zona climática. En la zona con clima árido de pajonales de *Festuca orthophylla* no presentaron, al contrario de th'olares, incrementos en rendimiento de forraje significativos a tratamientos de recuperación (<200%), aunque en ambas praderas la contribución al total de la fitomasa producida fue baja. Estos resultados sugieren que inversiones en tratamientos de recuperación en esta zona son cuestionables. En CANAPAS degradados tipo th'olar-pajonal en la zona semiárida agropastoril del altiplano la recuperación es posible aunque limitada por el bajo potencial natural de producción, severidad de la degradación y por las fluctuaciones climáticas; En años secos, el déficit hídrico uniformiza con valores mínimos los rendimientos de herbaje y forraje de praderas tratadas y no tratadas (<48%), y favorece, en ambas, el incremento del rendimiento de los arbustos; En años con precipitación sobre el promedio, el rendimiento de herbaje tampoco es significativamente diferente ( $P>0.05$ ); sin embargo, el rendimiento de las especies forrajeras como: *Aristida asplundii*, *Stipa sp.* y forbias, es significativamente diferente ( $P<0.05$ )(<329%); Entonces, la recuperación promueve cambios en la composición de plantas que resultan en un mejoramiento de la calidad y cantidad de la oferta forrajera pero no del herbaje. Los CANAPAS de plantas halófitas sobre suelos fluviolacustres tienen un gran potencial para su recuperación y expansión, la que es posible conseguir utilizando la combinación de la aplicación de técnicas de cosecha de agua, con siembra, entresiembra y principalmente trasplante de especies nativas de gran valor forrajero y ecológico como: *Suaeda foliosa*, *Hordeum muticum*, *Schoenoplectus tatora*, *Atriplex spp.* *Baccharis juncea* y *Distichilis humilis*, entre otras. Por último, en CANAPAS méxicos e hidromórficos en zonas climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas se encontraron efectos de recuperación altamente significativos (<1200%); Se destaca la reacción positiva al mejor manejo de *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens* y *Eleocharis albitracteata*. Prácticas de recuperación, por lo tanto, son recomendables en CANAPAS previa evaluación de su potencial de recuperación.

## Introducción

La diversidad de campos de pastoreo y de su estado de salud hacen muy difícil hacer generalizaciones sobre las posibilidades de su recuperación, este documento es un intento de sistematizar la escasa información disponible sobre el tema para los Andes de Bolivia en función de la zona climática y tipo de praderas. Al ser la disponibilidad de agua el limitante natural más importante para la producción vegetal de las praderas a secano y algo menos en las praderas con

<sup>1</sup> La preparación de este documento fue auspiciado por la REPAAN y actualizado con el apoyo de la Universidad Católica de Bolivia. Parte del documento fue publicado en las Memorias del III Internacional de Camelidos.

<sup>2</sup> Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Especialista en evaluación y manejo de campos naturales de pastoreo y recursos naturales renovables.

riego, bofedales, en ecosistemas áridos semiáridos y subhúmedos consideramos que los efectos de recuperación deben ser discutidos por zona climática.

No hay consenso en los círculos técnicos y de productores sobre la viabilidad de utilización de prácticas de recuperación, lo que, en gran parte se debe a la baja prioridad asignada a este tipo de trabajos por las agencias estatales, universidades y entidades privadas. Esta tendencia esta felizmente cambiando y últimamente se están incrementando trabajos de investigación y desarrollo en praderas.

En cuanto a metodologías, este trabajo se efectuó considerando revisión de bibliografía y de base de datos de trabajos de recuperación. Se efectuaron reordenamiento de datos, agrupamiento por años, incorporación de datos de precipitación pluvial y análisis estadísticos Standard donde los datos eran suficientes y apropiados.

Las limitaciones de acceso a toda la información disponible sobre recuperación de praderas es difícil dado que en general son informes técnicos de las que no hay copias disponibles. Por lo que es posible que no toda la información disponible haya sido consultada.

## **Resultados y discusión**

### **CANAPAS de zona árida**

Para discutir la conveniencia o no de la recuperación de praderas en la zona árida del altiplano tomamos dos ejemplos, el primero para un CANAPA tipo pajonal de *F. orthophylla* y el segundo para un th'olar de *P. lepidophylla*, ambos ubicados en la zona de cría de camélidos de las cercanías de Turco, Oruro, Bolivia.

No se detectaron diferencias significativas entre el promedio de rendimiento dentro y fuera del cerco en la especie más importante de esta pradera (*F. orthophylla*). Aunque si las hubo ( $p < 0.05$ ) para la *Stipa* sp. "kachu" y *Distichlis humilis* "ch'iji", consideradas de alto valor forrajero pero de bajo rendimiento (cuadro 1). El incremento del rendimiento de estas especies en el área protegida es un indicador, por una parte, de que la pradera esta siendo sobre utilizada solo para las especies de alta palatabilidad, y por otra que su recuperación sin pastoreo es muy lenta y nada espectacular. No se justifica invertir en cercos para lograr incrementos en forraje de algo más de 7 kg/ha/MS (2%) en 5 años. En composición botánica se mantiene la *F. orthophylla* como el principal componente con 95% dentro de la área vedada y 98% fuera. Con estos antecedentes parece ser que en este tipo de pradera se debe mas bien enfocar el trabajo en formas de incrementar el consumo y mejorar la calidad de la *F. orthophylla*. La calidad puede mejorarse promoviendo el rebrote, cosechando forraje tierno y almacenando para la época seca y tratamiento posiblemente químico del forraje para mejorar su palatabilidad y por lo tanto incrementar su consumo.

**Cuadro 1.** Rendimiento de pastos nativos forrajeros dentro (5 años) y fuera del cerco en Llachu, Oruro (1990).

Especies	Dentro kg/ha/MS	Fuera kg/ha/MS	Dentro %	Fuera %
<i>Festuca orthophylla</i>	212.5a	200.0a	94.6	98.4
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	4.2a	2.5b	1.9	1.2
<i>Distichlis humilis</i>	1.5a	0.5b	0.7	0.2
<i>Stipa sp.</i>	6.2a	0.5b	2.8	0.2
<b>Total</b>	<b>224.5a</b>	<b>203.5a</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Alzérreca, et al. 1992a.

Estos resultados indican también que la condición ecológica de la pradera bajo pastoreo no es mala, al contrario de lo que indican los métodos tradicionales de evaluación de la condición, y más bien reflejan el bajo potencial natural de producción de este tipo de CANAPA y finalmente sugiere que el manejo en pastoreo que se está haciendo de ella no es de sobre utilización generalizada y continua y por lo tanto, el sobre pastoreo no sería evidente en este caso. Así mismo, los datos sugieren que un cambio en la composición botánica de la pradera de Iru ichu hacia combinaciones de especies con mayor valor forrajero es discutible. Más bien se considera que la actual composición botánica, sería una fase derivada de la eliminación de th'olares originales.

En praderas tipo th'olar de *P. lepidophylla* (Pale) el rendimiento de herbaje (crecimiento anual de hojas y tallos) en descanso (dentro) no es significativamente diferente entre las áreas protegida y bajo pastoreo (fuera) ( $p > 0.05$ ) (Cuadro 2). Sin embargo, en rendimiento de forraje se detecta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre 152.2 kgMS/ha medidos dentro el claustro y solo 63.8 kgMS/ha fuera del claustro. Esta diferencia se atribuye al efecto de la protección al pastoreo (pastoreo liviano el último año) por 5 años dentro del claustro, lo que favoreció a la recuperación del vigor de las plantas forrajeras, promovió la producción de semillas y el establecimiento de nuevas plantas y mayor competencia para las plantas no forrajeras. Resultados parecidos para praderas recuperadas en la misma zona son reportados por Alzérreca (1987), quien indica un rendimiento de 210 kgMS/ha de forraje para el tratamiento de recuperación surcos-abonado luego de dos períodos de crecimiento. A nivel de especies las que mayor respuesta al descanso son las forrajeras *Stipa mucronata*, *Calamagrostis spp.* y *Distichlis humilis*.

Aparentemente, el potencial de producción de fitomasa del CANAPA tipo th'olar podría ser de algo más de 336 kgMS/ha, que corresponde a la zona climática de altiplano desértico. Este techo aproximado de producción de biomasa sugeriría que habría un margen, aunque escaso, para mejorar las praderas promoviendo cambios en la composición botánica de los arbustales hacia comunidades vegetales donde las plantas forrajeras, especialmente de la familia de las gramíneas sean dominantes.

**Cuadro 2.** Rendimiento y composición botánica dentro y fuera de cerco en un CANAPA th'olar pajonal en el Altiplano árido de Turco, Oruro, Bolivia.

Detalle	Dentro kg/ha	Fuera kg/ha	C.B.% dentro 1987	C.B.% dentro 1992	C.B.% fuera 1992
<i>Calamagrostis</i> sp.(1)	3.7	0.3	2.4	2.4	0.7
<i>Calamagrostis</i> sp.(2)	5.3	0.0	0.0	6.8	0.0
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	11.9	5.7	21.0	26.5	23.0
<i>Distichlis humilis</i>	1.5	0.9	0.0	3.5	10.7
<i>Stipa mucronata</i>	75.3	5.3	16.0	32.6	11.3
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	1.3	16.1	10.0	0.8	14.8
<b>Total gramíneas</b>	<b>99.0a</b>	<b>28.3b</b>	<b>49.7</b>	<b>72.7</b>	<b>60.5</b>
<i>Tetraglochin cristatus</i>	39.4	5.2	1.0	8.2	1.0
<i>Parastrephia lepidophylla</i>	138.0	301.0	49.3	17.0	38.5
<b>Total arbustos</b>	<b>177.4a</b>	<b>306.2b</b>	<b>50.3</b>	<b>26.2</b>	<b>39.5</b>
<b>Total caméfitos</b>	<b>0.0</b>	<b>2.1</b>	<b>0.0</b>	<b>2.1</b>	<b>0.0</b>
<b>Total herbaje</b>	<b>276.4a</b>	<b>336.6a</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Total forraje</b>	<b>152.2a</b>	<b>63.8b</b>			
Mantillo	58.0	19.4			

Fuente: Alzérrec, *et al.* 1992b.

Es notorio el cambio de la Composición de Plantas (C.B.) hacia plantas de interés forrajero en el área vedada. Por ejemplo, para las especies de *Calamagrostis* spp., *Stipa mucronata* y *Muhlenbergia fastigiata* se observa que para el año 1987 sumaban un 28.4% de la C.B. valor que incremento a 42.4%, el año 1992. Por otra parte, el año 1992 muestra un 26.8% fuera del cerco de la participación en la C.B. de las especies arriba mencionadas, lo que indicaría que la condición y en consecuencia el manejo en pastoreo de la pradera no protegida no a cambiado significativamente, pero si la condición de la pradera cercada a mejorado.

En arbustos se tiene una disminución de 49.3% (1987) a 38.5% (1992) en 5 años fuera del cerco y un significativo ( $p < 0.05$ ) decremento en relación al área cercada. Esto se explicaría por la severa competencia de las plantas forrajeras recuperadas hacia la Pale y al contrario fuera del cerco, su incremento responde a la falta de competencia de las especies forrajeras. Por lo tanto, th'olares sobre utilizados parecen tender a formar arbustales puros de bajo valor pastoril.

Los resultados de C.B. y de rendimientos son indicadores evidentes que son posibles cambios significativos en la vegetación de los ecosistemas pastoriles tipo arbustal de th'ola hacia nuevas C.B. por lo menos 3 veces más productivas desde el punto de vista de la producción animal que las actuales.

Sin embargo, creemos que es peligroso cambiar totalmente una comunidad de arbustos de Pale hacia un graminetum de plantas palatables por varias razones: si se elimina totalmente el estrato arbustivo se anula el microclima benigno que su presencia permite, se reduce la capacidad de retención de sedimentos, se elimina una fuente energética (leña), se anula la protección que esta planta ofrece a semillas y plantas forrajeras que sobreviven entre los tallos de la th'ola, se reduce la producción e incorporación en el suelo de materia orgánica y finalmente si el manejo posterior no es el apropiado se puede destruir completamente este tipo de CANAPA, en consecuencia, es importante buscar combinaciones de arbustos y pastos que permitan un incremento de la

producción de forraje manteniendo cierta cantidad de arbustos de manera de tener una pradera ecológicamente estable y económicamente rentable.

Finalmente, el pequeño margen de recuperación no parece justificar grandes inversiones en infraestructura de recuperación sino más bien mejorar el sistema de pastoreo rotando praderas y manteniendo un apropiado balance arbusto herbáceas para satisfacer lo mejor posible la demanda de forraje y de otros productos. Es un área de investigación, que promete aportar soluciones concretas al mejor manejo de este tipo de praderas.

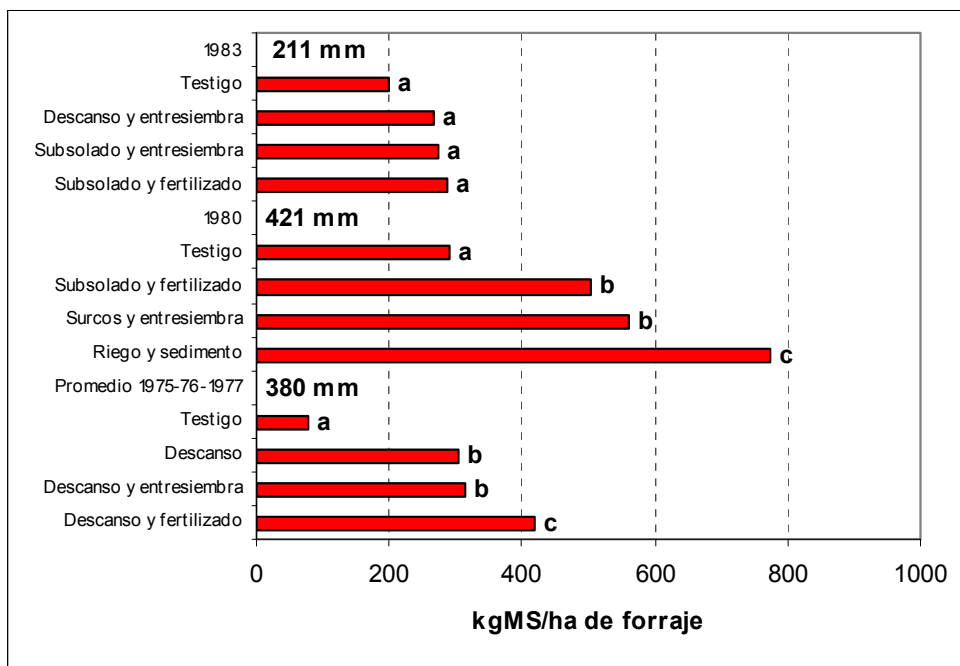
### **CANAPAS de zona árida**

Luego de 5 años de veda de pajonales de *F. orthophylla* no se evidencia cambio en la composición botánica de la pradera ni en rendimiento, por lo tanto, es discutible la utilidad de inversiones para mejorar el manejo de esta pradera debido a su bajo rendimiento natural.

En th'olares se evidencia incrementos significativos en rendimiento y en la C.B. Sin embargo, el bajo potencial natural de producción y otros servicios ecológicos y económicos que proporcionan estos arbustales limitan drásticas intervenciones antrópicas.

### **CANAPAS de zona semiárida**

Los resultados de los efectos de la recuperación para cada periodo del ensayo de recuperación para los principales tratamientos, se muestran en la figura 1. En el primer segundo periodo se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) aunque no para los mismos tratamientos, siendo el rendimiento mas alto el correspondiente al tratamiento riego y sedimentación en 1980. En general durante el primer periodo destacan los tratamientos sin movimiento de suelos, y durante el segundo los con movimiento de suelo, esto se debe a que tardarían mas en mostrar su eficiencia los tratamientos en los que se altero la capa superficial de suelo, que permitieron una mejor utilización del agua y el establecimiento de nuevas plantas. El mayor incremento en rendimiento se dio en la primera etapa del ensayo en el tratamiento descanso fertilizado (438% de incremento), lo que es lógico debido a una mayor actividad fotosintética y disponibilidad de nutrientes. En la segunda etapa, destaca el tratamiento riego y sedimentación (167% de incremento), que es definitivamente una práctica apropiada para recuperar praderas y también para formar o reponer suelo en terrenos de las orillas de los ríos. Esta práctica creemos mejoraría mucho mas con la combinación de entre siembra posterior al riego y sedimentación con material vegetativo de especies de gramíneas con hábito de crecimiento en champa, especialmente de ecotipos superiores de *Festuca dolichophylla*. Por otra parte, se debe considerar siempre el alto riesgo de implantar prácticas de recuperación en años muy secos cuando no se obtendrá resultado positivo.

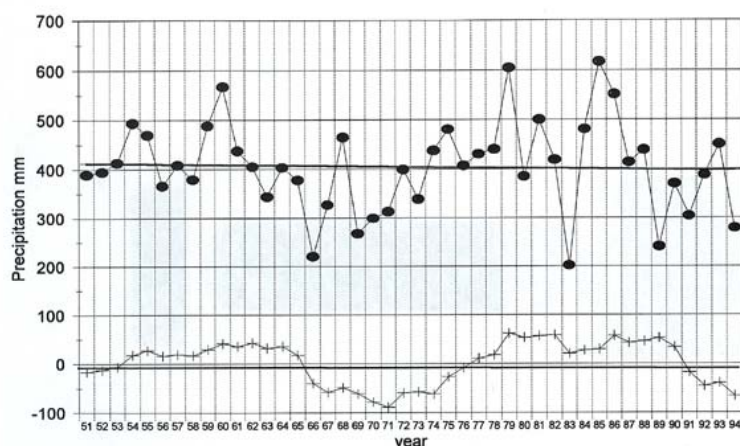


**Figura 1.** Tratamientos sobresalientes en tres periodos para un ensayo de recuperación de praderas degradadas tipo th'olar pajonal en el semiárido de Patacamaya.

Utilizando el test de Kruskal-Wallis One-Way ANOVA para el rendimiento acumulado de los tratamientos de recuperación y los testigos de 5 años discontinuos (8 periodos de crecimiento), no se detectan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Tampoco se detectan diferencias importantes comparando los rendimientos de forraje para el año de sequía (1983) con el promedio de los rendimientos de los años 1977 y 1980. Lo que sugiere que los efectos de los tratamientos se diluyen con el tiempo de no uso (8 años). Consideramos que la falta de pastoreo moderado fue un factor que dejo de incentivar un nuevo crecimiento en las plantas.

En la figura siguiente se ilustra la variación de la precipitación pluvial en la zona donde se realizaron los ensayos de recuperación, se observa que la sequía 1983-4 fue la más severa de toda la serie de datos disponibles. Por otro lado, la precipitación se distribuye en periodos secos y periodos húmedos condicionando de alguna manera el éxito de la recuperación de CANAPAS a si estos fueron efectuados en periodos secos o húmedos.

En conclusión, los tratamientos de recuperación en praderas tipo th'olar pajonal degradadas son posibles aunque su largo de vida depende del tipo de tratamiento aplicado, con movimiento de suelo duran más que aquellos sin movimiento de suelo y de la cantidad y distribución de la precipitación pluvial.



Trend, interannual variability and moving average of yearly precipitation at the Patacamaya Research Station (1951-1994) (Alzérreca 1996)

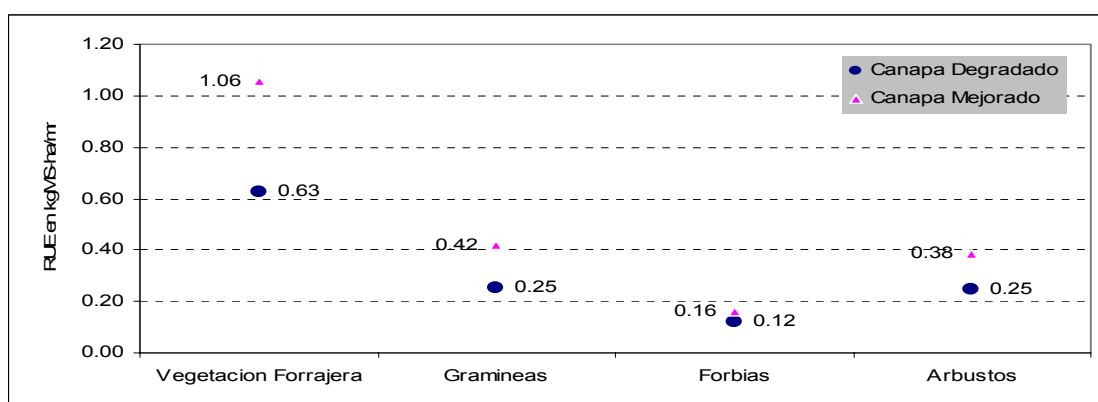
### Recuperación y eficiencia de la utilización de la precipitación pluvial en CANAPAS de zona semiárida

La producción de fitomasa, y de la parte forrajera de esta es dependiente de la cantidad y distribución de la lluvia, sin embargo, podría haber suficiente precipitación pero su aprovechamiento ser ineficiente, perdiéndose gran parte del agua por evaporación y escurrimiento superficial. La estructura, composición, y la cobertura vegetal que son el resultado del manejo al que están sometidas las praderas son aspectos importantes a considerar en este análisis.

Praderas degradadas sobre pastoreadas, con escasa diversidad de plantas y formas de vida de las plantas, y una baja cobertura vegetal resultan ineficientes en términos de utilización del agua de lluvia por las siguientes razones: El pisoteo de los animales resulta en una compactación de la capa de suelo superficial impermeabilizando esta de manera que la infiltración es muy pobre, lo que es mucho más notorio en suelos de textura pesada. La amplia superficie de suelo descubierto ofrece escasos obstáculos para mitigar el impacto de las gotas de agua lo que facilita su acumulación en la superficie y resulta en una rápida escorrentía superficial y transporte de sedimentos. La escasa diversidad florística y de formas de vida de las plantas en praderas degradadas se manifiesta en un escaso y pobre sistema radicular en un medio con baja aireación que no permite vías de infiltración al agua de lluvia.

Las diferencias entre praderas recuperadas y degradadas medidas en términos de su eficiencia de utilización del agua de lluvia (RUE), Le Houerou (1984), se observa en la figura 2. Por cada kilogramo de forraje una pradera mejorada utilizó 0.63 mm de lluvia y una degradada adyacente utilizó 1.1 mm, por formas de vida se observa las mismas tendencias con un estrecho margen para las forbias, lo que indica de la mayor capacidad de infiltración, retención, almacenamiento y utilización de agua en praderas mejoradas. Esto tiene mayor relevancia si consideramos que estamos trabajando en clima semiárido, donde la mayor limitante natural para el crecimiento de las plantas es el agua y por lo tanto su administración a través del manejo de las praderas se convierte en un aspecto fundamental.

La ineficiente utilización del agua en praderas degradadas se manifiesta también en la baja relación forraje/herbaje, solo de 0.33 lo que indica que por cada unidad de crecimiento anual de fitomasa solo el 33% es forraje siendo el restante 67% fitomasa no forrajera mayormente de arbustos tolerantes a la escasez del agua. En este caso la escasez del agua par el crecimiento de las plantas esta dada por su ineficiente utilización más que por la falta del líquido elemento. Entonces, especulaciones como que las bajas producción de forraje de las praderas son causados por la baja precipitación pluvial a veces encubren la causa del problema que es mas bien el manejo inapropiado de praderas que evitan un mejor aprovechamiento del agua de lluvia. En otras palabras, sobre que el agua es naturalmente escasa esta es desperdiciada. En praderas mejoradas la relación forraje/herbaje es de 0.65 lo que indica de una utilización más eficiente del agua de lluvia. Al respecto Parker, *et al.* (1985), reporta que la infiltración es 10 veces mas rápida en una pradera mejorada que en una degradada adyacente.



**Figura 2.** Distribución de índices de eficiencia de utilización de agua de lluvia en praderas recuperadas y no recuperadas.

En conclusión, la eficiencia de la utilización del agua es significativamente mayor en praderas recuperadas que en degradadas. El potencial de producción de forraje en las praderas nativas degradadas del Altiplano Central es mucho mayor que el actual considerando la cantidad de precipitación pluvial en el área.

### Recuperación de CANAPAS de plantas halófitas

Los resultados que se reportan sobre la recuperación de CANAPAS en zonas de suelos fluviolacustres de la cuenca del río Desaguadero, Lagos Titicaca y Poopó son, en general, mucho más positivos que los mencionados para zonas fuera de la pampa fluviolacustre. El manejo del agua, a través de promover el mejoramiento de la humedad del suelo mediante prácticas de bajo costo para crear obstáculos a su escurrimiento en esta zona de relieve casi plano, como ser surcos, huecos, pequeños diques, o canales de riego acompañados con prácticas de siembra, entre siembra y mejor aun si es transplante con plantas halófitas son las formas de recuperación y expansión de de áreas de praderas exitosamente probadas en estas zonas.

La calidad forrajera y la palatabilidad de las halófitas van de buena a muy buena en ambas variables. Por otra parte, su rendimiento es también considerable, aunque muestra una amplia variabilidad debido entre otros factores al manejo de estos CANAPAS. Los valores máximos de



los rangos de rendimiento del cuadro 3, sugieren que el potencial para incrementar rendimientos es alto.

**Cuadro 3.** Algunas características de producción y calidad de plantas halófitas forrajeras de la llanura fluviolacustre del altiplano central.

Especie	kgMS/ha	PC%	EE%	FC%	ELN%	CE. %	ICF	Pal.
<i>Suaeda foliosa</i>	791 (361-2208)	16.1 (11.1-25.9)	2.6 (0.4-6.3)	20.5 (7.1-32.3)	41.5 (17.4-59.9)	19.4 (7.0-35.8)	0.61	0.80
<i>Atriplex cristata</i>	2286	18.6 (4.8-24.9)	0.9 (0.8-2.4)	13.3 (20.5-34.1)	41.5 (33.6-53.5)	25.6 (5.3-14.1)	0.68	0.80
<i>Hordeum muticum</i>	1490 (905-3136)	19.8	2.2	23.3	40.5	14.1	0.67	1.00
<i>Schoenoplectus tatora</i>	6791 (1998-12762)	9.8 (4.4-18.0)	1.2 (0.4-3.1)	35.2 (24.0-59.9)	45.7 (27.9-54.2)	8.2 (2.8-11.5)	0.69	1.00
<i>Baccharis juncea</i>	3377 (2086-5011)	8.5	2.1	18.1	60.5	10.8	0.54	0.85
<i>Distichlis humilis</i>	773 (310-3354)	10.4 (6.1-12.3)	2.2 (0.9-3.5)	22.2 (19.7-25.4)	54.6 (45.4-60.1)	10.6 (5.8-23.6)	0.68	0.85

ICF=en una escala de 0-1; Pal.=Palatabilidad de 0-1; Los rangos mínimo y máximo de promedios se incluyen en paréntesis. Fuente: Alzérreca, *et al.* (2001).

La utilización de técnicas de cosecha, tratamiento de la semilla, preparación de suelo y siembra de *Suaeda foliosa* (kauchi) ya es una práctica consolidada, que ha evolucionado como efecto del esfuerzo de los ganaderos, técnicos e instituciones interesadas en el tema. Actualmente ya se produce semilla de buena calidad para estos propósitos en el CIF-SEFO de Cochabamba. Otras quenopodiáceas con potencial para la recuperación de canapas de halófitas aunque de menor potencial que el kauchi son el *Atriplex semibaccata* y el *A. cristata* sin mencionar a la cantidad de posibilidades que ofertan las quinuas forrajeras y otras terófitas y plurianuales. Es destacable la adaptación a suelo y agua con alto contenido de sales de estas especies nativas. Por otra parte, se ha avanzado también en el desarrollo de tecnología de manejo de suelos salinos, lo que refuerza las posibilidades de desarrollo de praderas de halófitas (Portugal y Alzérreca, 1992; Pozo y Alzérreca, 1992a; Alzérreca, 1988; Manrique y Alzérreca, 1982; Pozo y Alzérreca, 1992b; Morón, 1992; Portugal, 1993; Rocha, 1983; Parker, *et al.* 1985; Alzérreca y La Fuente, 1990; Alzérreca, 1990; Hervé y Ledezma, 2002; Lorini, *et al.* 1984; Alzérreca, *et al.* 1985; Bustamante y Ruiz, 1988; Colque, 2001; YUNTA, 1999).

En el cuadro 4, se muestra las ventajas de la escarificación mecánica para elevar la germinación del kauchi y en el cuadro 5, resultados del establecimiento exitosos de kauchi mediante el transplante, donde se tienen mayores valores para la época de lluvia.

**Cuadro 4.** Germinación promedio y relativa de la semilla por efecto de los tratamientos de escarificación física.

Tratamientos	Germinación promedio %	Germinación relativa con respecto al testigo en %
Escarificación manual	61.33 b	360.7
Escarificación manual con lija	91.67 a	480.4
Escarificación mecánica con zarandas	76.00 a	447.0
Escarificación mecánica con lija	62.67 b	368.6
Testigo	17.00 c	100.0

Fuente: Pozo y Alzérreca (1992a).

**Cuadro 5.** Trasplante de los plantines a la microparcela.

Detalle	Época I	Época II
Epoca de trasplante	Primavera	Primavera/Verano
Fecha de trasplante	26/Sept/89	30/Nov/8
Edad de las plantas	7 meses	9 meses
Nº de plantas trasplantadas	86	67
% de prendimiento a: los 62 días del repique	90%	100 %
% de prendimiento a: los 81 días del repique	88%	98.5%
% de prendimiento a: los 174 días del repique(*)	12%	1.5%

(\*) Se refiere al número de plantas muertas, consignadas en la última evaluación o control. Pozo y Alzérreca (1992b).

Los resultados del cuadro 6, muestran la superioridad del tratamiento surcos para el establecimiento del kauchi mediante siembra de semilla botánica, también los datos dan mayores valores de establecimiento para los tratamientos con incorporación de abono orgánico.

**Cuadro 6.** Número de plantas de *Suaeda foliosa* implantadas luego de siembra con 5.5 kg/ha de densidad de siembra. El abonamiento fue con 11t/ha estiércol de ovino.

Tratamientos	Con abono orgánico	Sin abono orgánico
Surcos (1.50m s/s; Prof. 0.15m; Bordo 0.20 m). Perpendiculares a pendiente. Siembra al voleo.	221.0 a	144.3 a
Pisoteo con ovinos (Siembra al voleo y pisoteo)	52.0 c	22.7 c
Hoyos (1.50m s/s; Prof. 0.20m; Bordo 0.20m; Tamaño 0.40*25m); Distribución 3 bolillo. Siembra al voleo.	124.7 b	94.7 b
Rastra. Con tractor, siembra al voleo	186.0 a	106.3 a
Jumil (Mínimo laboreo, siembra con sembradora)	108.0 b	75.0 b
Convencional (Roturada, rastreada y siembra al voleo)	78.0 c	46.0 c
Promedio	128.3	81.5

SUFO = *Suaeda foliosa*. Fuente: Portugal y Alzérreca (1992).

Lo mismo puede decirse de la recuperación y expansión de praderas de totora, mucha de esta tecnología es tradicional, alguna otra la generaron en Perú y muy poco en Bolivia, sin embargo,

el potencial de expansión esta especie es enorme en el altiplano norte y especialmente central de Bolivia debido a que:

1. Se dispone de grandes superficies de suelos con relieve plano y características físico químicas apropiadas para esta especie.
2. Es posible con obras básicas y relativamente baratas de hidráulica crear hábitats apropiados para su establecimiento.
3. Disponibilidad de germoplasma adaptado a suelos y agua con alto contenido de sales.
4. Disponibilidad de tecnología de manejo de suelos salinos.
5. Disponibilidad de agua suficiente para realizar este trabajo en áreas significativas.
6. Disponibilidad de tecnología de establecimiento, manejo y de conservación de esta especie.

El establecimiento de totora, por otra parte, contribuye al establecimiento de otras especies asociadas de plantas y creación de hábitat para la vida de numerosas especies animales, como avifauna por ejemplo.

Una situación parecida es el potencial que presenta la gramínea forrajera de buena calidad, cola de ratón (*Hordeum muticum*) y en zonas ligeramente mas altas la Chillihua (*Festuca dolichophylla*), ambas producen semilla viable y son fácilmente establecidas por transplante. Su producción solo esta limitada por la disponibilidad de humedad en el suelo más que por las bajas temperaturas.

Finalmente, el riego dirigido, así sea restringido de praderas de halófitas, especialmente de las de gramíneas altas y gramadales de *Distichlis humilis* y *Muhlenbergia fastigiata* ha demostrado ser una práctica excelente para elevar y sustancialmente los rendimientos de fitomasa de estas praderas, se considera que esta práctica asociada a la incorporación o reemplazo de nutrientes orgánicos al suelo que son cosechados por el pastoreo de animales seria una alternativa técnica, ecológica y económicamente satisfactoria en la recuperación de estos CANAPAS.

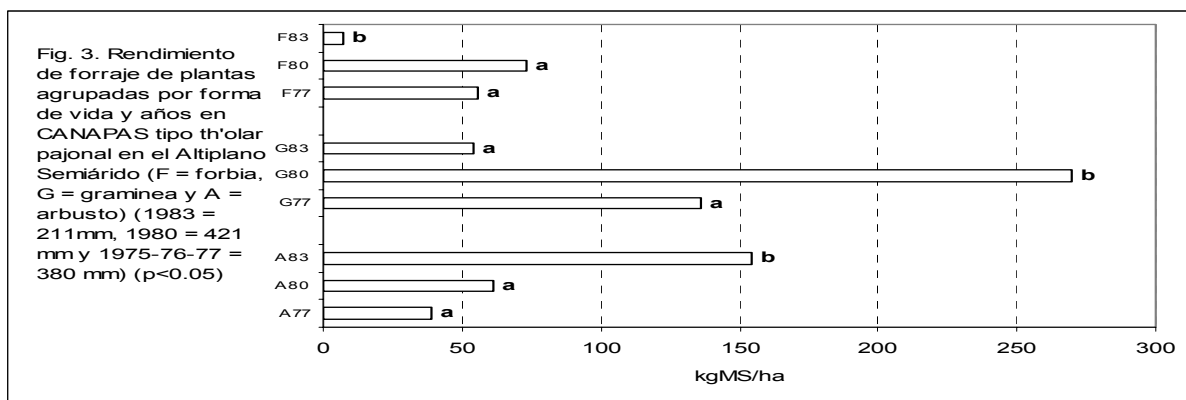
Los CANAPAS de plantas halófitas sobre suelos fluviolacustres tienen un gran potencial para su recuperación y expansión, la que es posible conseguir utilizando la combinación de la aplicación de técnicas de cosecha de agua, con siembra, entresiembra y principalmente transplante de especies nativas de gran valor forrajero y disponibles en la zona.

No se esta dedicando el suficiente interés en la conservación y utilización de germoplasma forrajero de plantas halófitas para recuperación de CANAPAS degradados y expansión de su área distribución actual siendo una interesante alternativa a la producción en suelos y agua marginales para producción sostenible de forrajes introducidos.

Finalmente, varios especies de halófitas, como la *Suaeda foliosa*, *Hordeum muticum*, *Schoenoplectus tatora*, *Atriplex semibaccata*, *Baccharis juncea*, entre otras tienen potencial para trabajos de selección y mejoramiento genético.

### Efectos de la precipitación pluvial en la dinámica vegetal de praderas tipo th'olar pajonal en el semiárido de Patacamaya del promedio de praderas tratadas y testigos

Por forma de vida, se observa el incremento consistente de arbustos en años secos y húmedos, e incremento en años húmedos y decremento en años secos de las gramíneas y de las forbias. En general, es un comportamiento consistente de especies de arbustos más tolerantes a la sequía que las forbias y gramíneas (figura 3).



La asociación de los valores graficados es evidente comparando las dos curvas correspondientes a los años discontinuos y unidas con líneas para mejor visualización; por lo pequeño de la muestra no se efectuaron pruebas de correlación, sin embargo, es claro que las formas de las curvas de precipitación y rendimiento son muy parecidas para las forbias y para los arbustos excepto para el año de la sequía para estos últimos. Lo que confirma con mayor información (1974, 1977, 1979, 1980 y 1983) las diferencias en comportamiento de las plantas por forma de vida a las variaciones en precipitación pluvial.

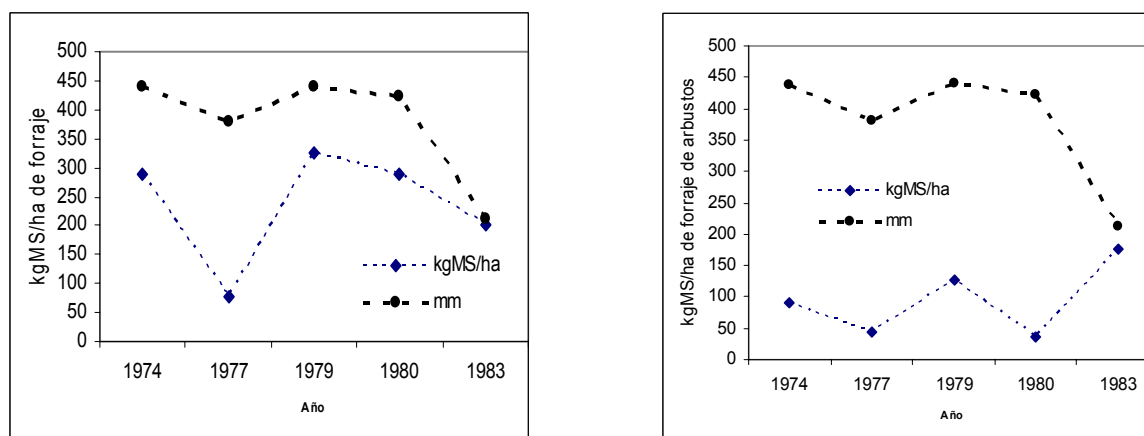
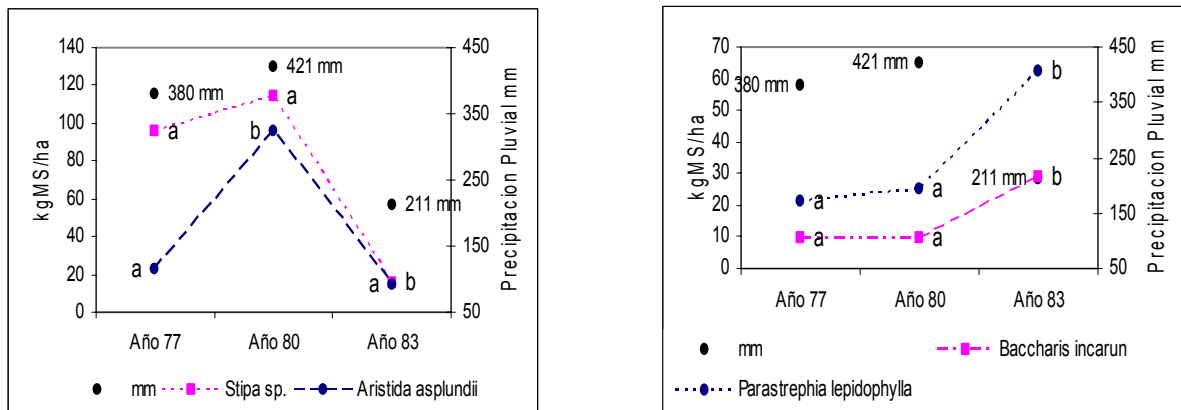


Figura 4. Curvas de rendimiento de forbias y arbustos relacionadas a la precipitación pluvial para praderas nativas en el semiárido de Patacamaya.

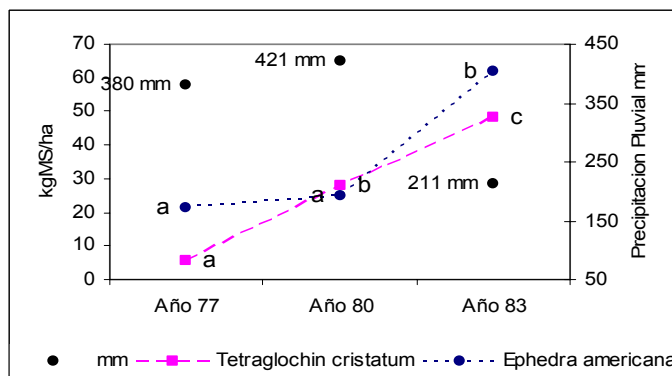
Los efectos de la precipitación pluvial para el crecimiento de las plantas son todavía más ilustrativos a nivel de especies. Los pastos plurianuales *Arista asplundii*, *Stipa sp.* (blanda), responden estrechamente a la precipitación pluvial, incrementan su rendimiento con el

incremento de la precipitación pluvial y sus rendimientos son muy bajos en años de sequía (figura 5). Los arbustos de bajo valor forrajero, *B. incarun* y *P. lepidophylla* muestran un comportamiento totalmente opuesto al de las gramíneas, y por lo tanto correlacionan negativamente con la precipitación pluvial. Decrecen o incrementan ligeramente en rendimiento de forraje con el incremento de la precipitación pluvial e incrementan este en años secos. Por, lo que son componentes importantes como forraje de emergencia en la pradera durante épocas de crisis, pero también indican que están incrementando su presencia a costa de otras forrajeras herbáceas lo que en general indica un decrecimiento del valor pastoril de la pradera (figura 5).



**Figura 5.** Curvas de rendimiento de gramíneas y arbustos y su relación con la precipitación pluvial para tres años discontinuos.

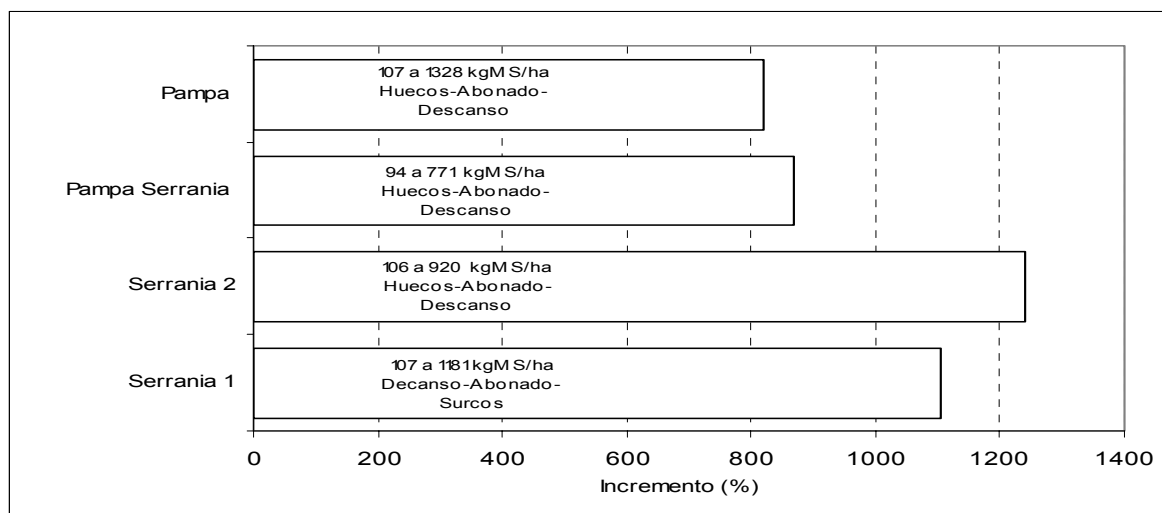
Los arbustos forrajeros *T. cristatum* y *E. americana* muestran un comportamiento interesante ya que incrementan en años húmedos, creemos que mas que por la disponibilidad de agua es por la no defoliación e incrementan también en épocas de sequía (figura 4). Desafortunadamente, solo se encuentran en escasa cantidad, especialmente *E. americana* en relación a los otros arbustos. *T. cristatus*, un arbusto forrajero pero ecológicamente un indicador de degradación de praderas es decir esta presente por el manejo de la pradera, en suelos erosionados, sustituyendo a forrajes herbáceos de mejor calidad, constituye una alternativa de emergencia forrajera en condiciones de mal manejo, al igual que *Stipa ichu*, que es la especie de gramínea mas abundante en este tipo de pradera pero que no se la incluyo en los análisis por ser considerada muy estrictamente como no forrajera para ovinos (figura 6).



**Figura 6.** Dinámica de arbustos forrajeros y la precipitación pluvial.

## CANAPAS méxicos e hidromórficos

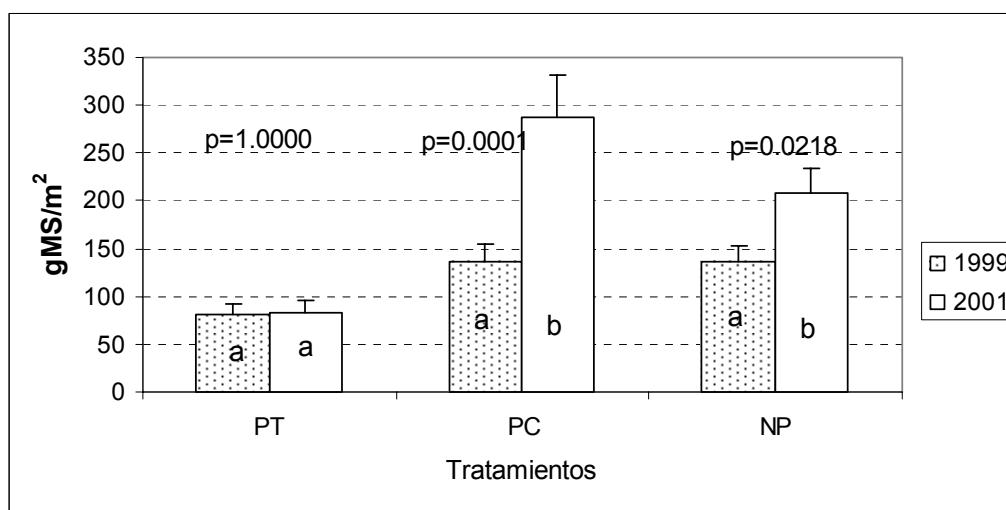
Resultados experimentales sobre las posibilidades de recuperación de bofedales ústicos y ecosistemas parecidos degradados son pocos pero más o menos uniformes en indicar que hay respuesta positiva de la vegetación al manejo mejorado (Alzérreca *et al.* 2001; Alzérreca, *et al.* 1985a y 1985b, Alzérreca, *et al.*, 1999; Loza, 1999, Farfán, *et al.* 2000). En la figura 7, se muestra los resultados de cuatro ensayos de recuperación de praderas en Ulla Ulla. El incremento del rendimiento de forraje al final del segundo año de evaluación es significativo ( $P < 0.05$ ) en todos los casos y se los atribuye a la interacción del descanso, abonado (estiércol de alpaca) y removido de la capa superficial del suelo compactado. Se considera que la alteración de la capa superficial compactada de suelo superficial (surcos en el primero y huecos en el 2do, 3ro y 4to ensayos) facilito la incorporación del abono al substrato y de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, promovió una mejor aireación para las raíces y facilito la infiltración del agua, mientras el descanso permitió una mayor actividad fotosintética resultando en la recuperación del vigor de las plantas. Los otros ensayos se establecieron en serranía, en un lugar de transición de serranía a pampa y en pampa.



**Figura 7.** Resultados de cuatro ensayos de recuperación de praderas ubicados dos en serranía, uno en un lugar de transición entre serranía y pampa y uno en pampa. Se reporta solo los mayores incrementos para cada ensayo. En el ensayo serranía 1, los surcos fueron trabajados con dos propósitos, romper la capa superficial compactada de suelo y sembrar forrajes introducidos, los que no pudieron competir con las plantas nativas y desaparecieron rápidamente (Fuente: Alzérreca, *et al.* 2001).

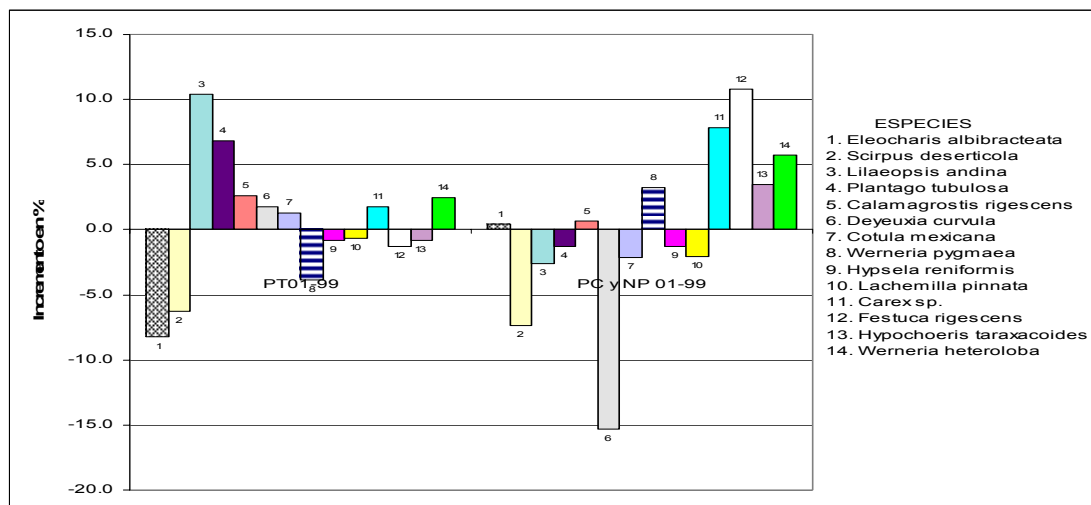
Luego de la evaluación de un bofedal méxico ácido en Ulla Ulla, Alzérreca (1998), reporta diferencias significativas tanto en rendimiento de forraje ( $P=0.0001$ , incrementó de 668 a 2732 kgMS/ha) como en altura de planta (*Festuca dolichophylla*) ( $p=0.0001$ , incrementó de 15.6 a 9.6 cm) cuando se compararon estos parámetros dentro y fuera de un cerco establecido en 1980. Estos resultados están en línea con lo afirmando por Seibert (1993), quien indica que la especie dominante de la vegetación natural potencial en gran parte de Ulla Ulla sería la *Festuca dolichophylla*. Nuestros datos sugieren la tendencia de la vegetación a incrementar en producción destacándose la recuperación de *F. dolichophylla*, *Festuca aff. rigescens* y *Calamagrostis vicunarium*.

Los resultados de un ensayo de pastoreo en un bofedal hidromórfico en Sajama presentan incrementos significativos ( $P < 0.05$ ) en rendimiento de fitomasa al tercer año de evaluación en los tratamientos no pastoreo (NP) y pastoreo controlado (PC) cuando comparados con el pastoreo tradicional (PT). Los tratamientos descanso y pastoreo controlado no difieren entre si ( $P = 0.3099$ ) pero ambos son superiores al pastoreo tradicional ( $P = 0.0014$  y  $P = 0.0001$ , respectivamente) (figura 8).



**Figura 8.** El pastoreo tradicional (PT) no muestra cambios entre años, al contrario de los tratamientos de pastoreo controlado (PC) y no pastoreo (NP) que muestran cambios significativos ( $P < 0.05$ ) entre años y ambos son superiores al pastoreo tradicional para los años 1999 y 2001 (Fuente: Alzérreca *et al.* 2001; Loza, 1999).

Las especies *E. albibracteata*, *W. pygmaea*, *H. taraxacoides* y *F. rigescens* decrecieron con pastoreo tradicional e incrementaron con pastoreo controlado y sin pastoreo, lo que las agrupa como plantas preferidas por el ganado (deseables) y su abundancia indica una pradera de mejor valor pastoril. Especies que incrementaron con PT y decrecieron con los otros tratamientos fueron *L. andina*, *P. tubulosa*, *D. curvula*, *C. mexicana* y *C. rigescens* lo que sugiere de su baja palatabilidad o alta tolerancia al pastoreo pero de su falta de competitividad en praderas en recuperación, lo mismo ocurre con *W. heteroloba* y *Carex sp.* aunque muestran mayor competitividad en las praderas en recuperación; Las cinco especies inicialmente mencionadas y la última se las clasifica como de palatabilidad intermedia y alta, y no palatable a *W. heteroloba* (Troncoso 1982; De Carolis, 1982; Alzérreca, 2002, Farfán, *et al.* 2000). Se observa también que especies de crecimiento postrado *L. pinnata*, e *H. reniformes* decrecen con pastoreo pero no reaccionan a los tratamientos de recuperación y aún decrecen, lo que se debería no a su falta de palatabilidad, se las clasifica como de intermedia a muy palatables (Alzérreca, 2002), pero a que no pueden competir con plantas más agresivas. El decremento de *S. deserticola* en todos los casos indica que su reacción sería indiferente a los tratamientos utilizados (figura 9).



**Figura 9.** Las especies que incrementaron con los tratamientos se muestran en la sección positiva del eje y las que decrecieron en la negativa. Debido a que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos pastoreo controlado y no pastoreo se promediaron los datos y son los que se presentan en la figura como PC y NP 01-99. Destacan como decrecientes con pastoreo las plantas deseables *Eleocharis albibracteata*, *Werneria pygmaea*, *Festuca rigescens* e *Hypochoeris taraxacoides*.

No todos los ensayos de pastoreo en bofedales, sin embargo, muestran incrementos significativos en rendimiento; Buttholp (1998) luego de tres años de pastoreo diferido en bofedales de Cosapa (provincia Sajama, Oruro) no reporta incrementos significativos en rendimiento de forraje, pero sí de cambios en la composición de especies e incremento en índices de diversidad de especies frente al pastoreo continuo. Sin embargo, los valores de indicadores zootécnicos mejoraron cuando se permitió el acceso de los animales a las praderas con pastoreo diferido, lo que posiblemente está asociado al incremento de la calidad de la vegetación forrajera y a la reducción de la carga animal.

## Conclusiones

### Zona Árida

Luego de 5 años de veda de pajonales de *F. orthophylla* no se evidencia cambio en la composición botánica de la pradera ni en rendimiento, por lo tanto, es discutible la utilidad de inversiones para mejorar el manejo de esta pradera debido a su bajo rendimiento natural.

En th'olares se evidencia incrementos significativos en rendimiento y en la composición botánica. Sin embargo, el bajo potencial natural de producción y otros servicios ecológicos y económicos que proporcionan estos arbustales limitan drásticas intervenciones antrópicas.

### Zona Semiárida

Los tratamientos de recuperación en praderas tipo th'olar pajonal degradadas son posibles aunque su largo de vida depende del tipo de tratamiento aplicado, con movimiento de suelo duran más que aquellos sin movimiento de suelo.



El riego y sedimentación incluyendo trasplante de plantas nativas de crecimiento en champas podría ser una practica prometedor para la recuperaci3n de praderas degradadas

La eficiencia de la utilizaci3n del agua es significativamente mayor en praderas recuperadas que en degradadas. El potencial de producci3n de forraje en las praderas nativas degradadas del Altiplano Central es mucho mayor que el actual considerando la cantidad de precipitaci3n pluvial en el 1rea.

Las gram3neas y las forbias se relacionan positivamente con los cambios en precipitaci3n pluvial interanual. Los arbustos no forrajeros incrementan notablemente en a1os secos y los forrajeros lo hacen en a1os con precipitaci3n pluvial sobre el promedio, en a1os normales y en secos.

### **CANAPAS de hal3fitas**

Los CANAPAS de plantas hal3fitas sobre suelos fluviolacustres tienen un gran potencial para su recuperaci3n y expansi3n, la que es posible conseguir utilizando la combinaci3n de la aplicaci3n de t3cnicas de cosecha de agua, con siembra, entre siembra y principalmente trasplante de especies nativas de gran valor forrajero y disponibles en la zona.

No se esta dedicando el suficiente inter3s en la conservaci3n y utilizaci3n de germoplasma forrajero de plantas hal3fitas para recuperaci3n de CANAPAS degradados y expansi3n de su 1rea distribuci3n actual siendo una interesante alternativa a la producci3n en suelos y agua marginales para producci3n sostenible de forrajes introducidos.

Finalmente, varios especies de hal3fitas, como la *Suaeda foliosa*, *Hordeum muticum*, *Schoenoplectus tatora*, *Atriplex semibaccata*, entre otras tienen potencial para trabajos de selecci3n y mejoramiento gen3tico.

### **Bofedales**

Son notables la tolerancia de los bofedales hidrom3rficos altimontanos al pastoreo y su resiliencia. La vegetaci3n forrajera responde en la mayor3a de los casos positivamente a intervenciones de manejo como ser: disminuci3n de la carga animal y aplicaci3n de pr1cticas de recuperaci3n.

En bofedales hidrom3rficos, la alta participaci3n de *Aciachne pulvinata*, *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides* en la composici3n vegetal indican mal manejo y lo opuesto ocurre con las especies *Eleocharis albibracteata* y *Festuca rigescens*.

Los bofedales, son recursos clave pero no suficientes para la alimentaci3n de la carga animal actual durante la 3poca seca y en a1os de sequ3a.

## Referencias

- ALZÉRRECA A. H.; ROMÁN A. E.; ROCHA, D. Y MAGNE, J. 1992b. Rendimiento, vigor y composición botánica de 2 tipos de CANAPAS: th'olar y bofedal en el altiplano desértico de Turco, Oruro. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA). Informe. Cooperación Científica de Francia (ORSTON). Red de Pastizales Andinos (REPAAN). La Paz, Bolivia.
- ALZÉRRECA A. H.; ROMÁN A. E.; ROCHA, D.; Y MAGNE, J. 1992a. Efecto de la altura y frecuencia de corte y del descanso en el rendimiento de *Festuca orthophylla* (iru ichu) en Turco, Oruro. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA). Informe. Cooperación Científica de Francia (ORSTON). Red de Pastizales Andinos (REPAAN). La Paz, Bolivia.
- ALZERRECA H.; AQUINO, E. y PRIETO, G. 1999. Informe de Consultoría en Pastos y Forrajes de la Zona Norte de La Paz. Asociación Integral de Ganaderos de los Andes Altos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. 106 p.
- ALZERRECA, A. H.; CORDERO, J. R.; LARA, R. R. y RIVERO, PS. V. 1985. Ensayo de recuperación de praderas nativas en serranías de Ulla Ulla, pp. 157-168. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Séptima Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Quinta Reunión Nacional de Ganadería. Potosí, Mayo 1983. Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL), Banco Central de Bolivia (BCB). La Paz, Bolivia. 391 p.
- ALZERRECA, A. H.; LUNA, CH. D.; PRIETO, C. G.; CARDOZO, G. A. Y CESPEDES, E. J. 2001. Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el Sistema TDPS-Bolivia. Informe Final de Consultoría, Subcontrato 21.11. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD /GEF), Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Gerencia de Biodiversidad, Asociación de Ganaderos de Camélidos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. 277 p. Anexos: Mapas, fotografías, manual.
- ALZERRECA, A. H.; PRIETO, C. G.; LAURA, C. J. y CHUCA, E. 2001. Evaluación del impacto del derrame de petróleo en los campos naturales de pastoreo (CANAPAS) y pasturas cultivadas del Altiplano Central. Informe Final de Consultoría. Instituto Socioambiental (I.S.A.). Ministerio de desarrollo Sostenible y Planificación. 175 p. Anexos: Mapas, fotografías.
- ALZERRECA, A.H. 1987. Establecimiento de áreas vedadas y propuestas de ensayos en praderas nativas de Oruro. Informe interno. PAC-CORDEOR-CEE. Oruro, Bolivia. 54 p.
- ALZERRECA, A.H. 1990. Plantas forrajeras nativas y su potencial para la producción de semillas, pp. 25-28. **In:** Revista del Desarrollo Rural "Pro Campo". Centro de Información para el Desarrollo (CID) - Centro para el Desarrollo Rural (CDR) PROCAMPO. Julio 1990. La Paz, Bolivia. 44 p.
- ALZERRECA, A.H. y LA FUENTE, P.A. 1990. Evolución de las investigaciones en praderas y pasturas de la zona de camélidos de Bolivia, pp. 39-53. **In:** Peducassé C. A. (ed.). Novena Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal. Santa Cruz de la Sierra, Octubre 21-24, 1987. Editorial Universitaria, Universidad Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia. 170 p.
- ALZERRECA, A.H. y ROMAN, E. 1992. Informe de la sección praderas nativas. Estación Experimental de Patacamaya. Documento Interno. La Paz, Bolivia.
- ALZERRECA, H. 1988. Ecuaciones de predicción de rendimiento en materia seca del subarbusto forrajero nativo *Suaeda foliosa* Moq. (Kauchi), pp. 70-74. **In:** Alzérreca, H. (ed.), Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Oruro, Agosto 26-29, 1987. Comunidad Económica Europea (CEE), Corporación Regional de Desarrollo de Oruro (CORDEOR), Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC), Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA). La Paz, Bolivia. 405 p.

- ALZERRECA, H. 1998. Informe de Consultoría. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). Informe Anual de Actividades de la Zona Norte. Proyecto de Mejoramiento Nutricional de las Familias de los Andes Altos a través del Aprovechamiento y Ampliación de la Crianza de Alpacas. La Paz, Bolivia. s/p.
- ALZERRECA, H. 2002. Aporte metodológico para determinar el valor pastoril y la capacidad de carga en CANAPAS andinos. Reunión de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Décima Cuarta. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Agronomía. Cochabamba, Bolivia. (Resumen).
- ALZERRECA, H.; CORDERO, R.; LARA, R. y RIVERO, V. 1985a. Ensayo de recuperación de la pradera nativa para Camélidos en Ulla Ulla, pp. 169-184. **In:** Alzérreca, A. H. (ed.), Séptima Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Quinta Reunión Nacional de Ganadería. Potosí, Mayo 1983. Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL), Banco Central de Bolivia (BCB). La Paz, Bolivia.
- ALZERRECA, H.; CORDERO, R.; LARA, R.; y RIVERO, V. 1985b. Ensayo de recuperación de praderas nativas en serranías de Ulla Ulla, pp. 157-168. **In:** Alzérreca, A. H. (ed.), Séptima Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Quinta Reunión Nacional de Ganadería. Potosí, Mayo 1983. Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL), Banco Central de Bolivia (BCB). La Paz, Bolivia.
- BUSTAMANTE, Z. Y RUIZ, R. 1988. Nutrientes del Kauchi (*Suaeda foliosa*), forrajera del Altiplano Central de Bolivia, pp.29-37. **In:** Ecología en Bolivia, No. 12. La Paz, Bolivia.
- BUTTOLPH L. 1998. Rangeland Dynamics and Pastoral Development in the High Andes: The Camelids Herders of Cosapa, Bolivia. Ph.D. Dissertation. Utah State University. 286 p.
- COLQUE, J. 2001. Evaluación de la extracción y tolerancia de kauchi (*Suaeda foliosa* Moq.) a diferentes niveles de sodio, pp. 170-180. **In:** Memorias I Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo, La Paz, Bolivia.
- DE CAROLIS, F. 1982. Caracterización de bofedales y su relación con el manejo de alpacas y llamas en el Parque Nacional Lauca. Segunda Parte. Informe de Consultoría. Santiago, Chile. 116 p.
- FARFAN, R.L.; SAN MARTIN, H.; y Durant, A.O. 2000. Recuperación de praderas degradadas por medio de clausuras temporales. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. Rev Inv Perú; 11(1):77-81.
- HERVE, D. Y LEDESMA, R. 2002. Manejo de suelos salinos, pp. 106-197. **In:** Herve, D.; Ledesma, R. y Orsay, V. Limitantes y Manejo de los Suelos Salinos y/o Sódicos en el Altiplano Boliviano. Institut de Recherche pour le developpement (IDR), Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ecoregión Andina (CONDESAN). La Paz, Bolivia. 266 p.
- LE HOUREOU H.N. 1984. Rain use efficiency: a unifying concept in arid-land ecology. Journal of Arid Environments. 7:213-247.
- LORINI, J.; GEYGER, E. Y LIBERMAN, M. 1984. Ecofisiología de algunas halófitas en un ambiente especial del altiplano central de Bolivia, pp. 1-28. **In:** Ecología en Bolivia: Revista del Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. No. 5. La Paz, Bolivia. 84 p.
- LOZA, F. 1999a. Datos no publicados de ensayo de pastoreo de bofedal hidromórfico salino en Sajama, Oruro.
- MANRIQUE, G. y ALZERRECA, A.H. 1982. Análisis químico de *Suaeda foliosa* de los campos nativos de pastoreo de Oruro. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA). Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT). Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL). Dirección de Infraestructura Agrícola y Social (DIAS). La Paz, Bolivia. 1 p.

- MORON R. E. 1992. Morfología, anatomía y variabilidad del Kauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) con diferentes técnicas de preparación de suelos. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 107 p.
- PARKER, C. K., ALZERRECA, A.H. y LARA, R. R. 1985. Especies, capacidad de recuperación, utilización y velocidad de infiltración en dos sitios de pastizales de la Provincia Pacajes, La Paz, pp. 185-209. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Séptima Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Quinta Reunión Nacional de Ganadería. Potosí, Mayo 1983. Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL), Banco Central de Bolivia (BCB). La Paz, Bolivia. 391 p.
- PORTUGAL V. J. 1993. Establecimiento del Kauchi (*Suaeda fruticosa* Moq.) en el Altiplano Central de Oruro. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 151 p.
- PORTUGAL, V. J. Y ALZERRECA, A.H. 1992. Establecimiento del subarbusto *Suaeda foliosa*, Moq. (kauchi) con diferentes sistemas de siembra, pp. 101-106. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Décima Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA). La Paz, Octubre de 1990. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Cooperación de la Iglesia de Dinamarca, (DANCHURCHAID). La Paz, Bolivia. 299 p.
- POZO, C. A. E. y ALZERRECA, A.H. 1992. Germinación de la *Suaeda foliosa* Moq. en macetas y posterior trasplante a microparcelas, pp. 87-92. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Décima Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA). La Paz, Octubre de 1990. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Cooperación de la Iglesia de Dinamarca, (DANCHURCHAID). La Paz, Bolivia. 299 p.
- POZO, C. A. E. y ALZERRECA, A.H. 1992. La forrajera *Suaeda foliosa* Moq. "kauchi": Escarificación y germinación de su semilla, pp. 81-86. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Décima Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA). La Paz, Octubre de 1990. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Cooperación de la Iglesia de Dinamarca, (DANCHURCHAID). La Paz, Bolivia. 299 p.
- ROCHA, E. 1983. Estudio agronómico, nutritivo y análisis de semilla del Kauchi (*Suaeda foliosa*) en dos épocas de siembra, pp. 205-209. **In:** Quinta Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Séptima Reunión Nacional de Ganadería, Potosí Mayo 1983. IBTA-INFOL-BCB. La Paz, Bolivia.
- SEIBERT, P. 1993. La vegetación de la región de los Kallawaya y del Altiplano de Ulla Ulla en los Andes Bolivianos, pp.1-84. **En:** Morales, C.; Moraes M.; Ergueta, P. y Hanagarth, W. (eds.) Ecología en Bolivia. No. 20. La Paz, Bolivia. 84 p.
- TRONCOSO R. 1982. Evaluación de la Capacidad de Carga Animal del Parque Nacional Lauca. Informe de Consultoría. Corporación Nacional Forestal. Región Tarapacá, Arica. Arica, Chile. 147 p.
- YUNTA, 1999. Informe Final de Proyecto: Recuperación de suelos salino/sódicos mediante el establecimiento de praderas de kauchi para su incorporación en los sistemas de pastoreo de la zona baja de la provincia Gualberto Villarroel. 102 p.

**Anexo**



Contraste de un CANAPA de tola (*Parastrephia lepidophylla*) en recuperación con uno en pastoreo continuo e intenso. Altiplano árido. Turco, Oruro.



Cerramiento en recuperación en un CANAPA tipo pajonal de *Festuca orthopilla*, contraste con pajonal bajo utilización intensa. Altiplano semi árido. Llachu, Oruro.



Stipas y Calamagrostis palatables en plena fase de producción semillera en cerramiento con pastoreo controlado. Altiplano árido. Turco, Oruro.



Recuperación de vigor de gramíneas forrajeras como efecto de jaulas de protección del pastoreo. Altiplano semi árido. Estación Experimental de Patacamaya, La Paz.



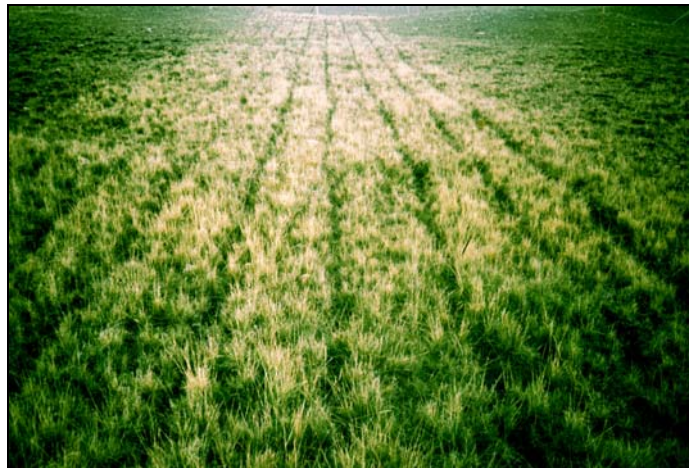
Efecto de surcos en curvas de nivel en ensayo de recuperación de praderas nativas tipo pajonal de ichu (*Stipa ichu*). Altiplano semi árido. Estación Experimental de Patacamaya, La Paz.



Efecto catastrófico para el tipo de pradera Bofedal, causado por el hábito de consumo de cerdos. Altoandino semi húmedo, Ulla Ulla, La Paz.



**Foto 7.** Ovinos consumiendo raíces y brotes en pradera tipo gramadal de *Distichlis humilis*. Sajama, Oruro.



Efecto del subsolado en recuperación de praderas altoandinas de *Festuca dolichophylla*. Ulla Ulla, La Paz.



Efecto de cerramiento en recuperación de praderas tipo Bofedal en el Altoandino semi árido. Sajama, Oruro.