PN-ABX-853
98126

Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA)

PN-ABX-852

CULTIVO POR TRANSPLANTE DEL *Atriplex alimus* EN SUELOS SALINOS DEL ALTIPLANO CENTRAL DE BOLIVIA

Guillermo Prieto y João S. de Queiroz

IBTA 177/BOLETIN TECNICO 45/SR-CRSP 43/1995

USAID PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACION COLABORATIVA EN RUMIANTES MENORES

Small Ruminant Collaborative Research Support Program (SR-CRSP)

CONVENIO MACA/IBTA/USAID/SR-CRSP

Diciembre de 1995

El Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores (USAID Small Ruminant Collaborative Research Support Pprogram) es una colaboración entre la Agencia Internacional de Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos (USAID), Washington, D.C. (Grant number 138-G-00-0046-00) y el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) dependiente de la Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería del Ministerio de Desarrollo Económico.

El Programa IBTA/SR-CRSP cuenta con el apoyo financiero del Programa PL-480 de la Misión USAID/Bolivia.

Esta publicación es un trabajo de investigación preparado por el autor principal. Los autores desean expresar su gratitud a las familias y autoridades de la Comunidad San José Llanga, Provincia Aroma, Departamento de La Paz, por la valiosa colaboración brindada al presente trabajo y a los logros del Programa IBTA/SR-CRSP.

Guillermo Prieto
João S. de Queiroz

La Paz, Noviembre de 1995

Indice de Contenido

	Página
Listado de Cuadros	iii
Resumen	1
Introducción	2
Materiales y Métodos	3
Ubicación y descripción del área de estudio	3
Metodología	4
Resultados y Discusión	5
Número de plantas establecidas y muertas	5
Producción de fitomasa	8
Valor nutritivo	10
Conclusiones y Recomendaciones	12
Bibliografía	13

Listado de Cuadros

1.	Sobrevivencia de plantas de *Atriplex alimus* al transplante en tres tipos de suelos salinizados, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz	5
2.	Componentes físico-químicos de tres tipos de suelos con transplante de *Atriplex alimus*, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz	7
3.	Producción de fitomasa y otras características agronómicas de plantas de *Atriplex alimus* implantadas en tres tipos de suelos salinos, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz	9
4.	Componentes bromatológicos en % de hojas de *Atriplex alimus* en tres tipos de suelos salinos, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz	10

Cultivo por Transplante del *Atriplex alimus* en Suelos Salinos del Altiplano Central de Bolivia

Guillermo Prieto y João S. de Queiroz [1]

Resumen

Un total 432 plántulas de *Atriplex alimus* traídas desde el valle mesotérmico de Cochabamba, fueron transplantadas en tres sitios distintos de suelos sódicos con el fin de evaluar la capacidad de adaptación y/o tolerancia a la salinidad, desarrollo fenológico y la producción cualicuantitativa de fitomasa como fuente alternativa de forraje. El transplante de esta población de plántulas uniformes en tamaño y desarrollo, fue hecha en claustros de 400 m2 donde se distribuyeron en número de 144. En el primer año (gestión agrícola 1993-94), se observó que el número de plantas establecidas (plantas vivas) fue muy superior en el tipo de suelo franco arenoso (69%) frente a los otros dos tipos de suelos franco arcilloso y franco arcillo arenoso que registraron respectivamente 33 y 9%. En el segundo año (1994-95) al igual que en el caso de mayor sobrevivencia, se observó que en el suelo franco arenoso hubo desarrollo sobresaliente de las plantas con grandes diferencias en tamaños, alturas, coberturas y producción de fitomasa a nivel de ramas y hojas atribuibles a los efectos físico-químicos de los suelos, el clima y el carácter genético de cada individuo. Por ejemplo el pH altamente alcalino (8.81), conductividad eléctrica de 4.65 mmhos/cm, capacidad de intercambio catiónico y contenido de sodio (7.68 y 0.90 meq/100 g respectivamente), fueron muy favorables para una producción total de fitomasa desde 22.57 g MS/planta (plantas pequeñas) hasta 199.94 g MS/planta (plantas grandes). La relación de ramas/hojas presentó una tendencia lineal relativa de 1 : 2, es decir, que plantas pequeñas de poco desarrollo proporcionalmente fueron semejantes en ramas y hojas, mientras las plantas de más talla y desarrollo fueron más abundantes en hojas hasta ser doble o triplemente superiores que las ramas en producción de fitomasa. Finalmente, el valor nutritivo expresado por la proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutro (FDN), registró valores poco variables por los efectos físico-químicos de los suelos. La PC excepto en el tipo de suelo franco arcilloso (6.73%), registró valores muy superiores (10.48 y 11.73%) a los requerimientos mínimos de mantenimiento de un rumiante que es del 7%. Los valores de FDA y FDN, fueron bajos lo que supone que el *Atriplex alimus* ofrece un forraje foliar de alta digestibilidad por los bajos contenidos de fibra y lignina.

1/ Respectivamente Investigador Asociado del Componente Ecología de Pastizales y Científico Residente de Utah State University

Cultivo por Transplante de *Atriplex alimus* en Suelos Salinos del Altiplano Central de Bolivia

Introducción

En el Altiplano y Altoandino Boliviano existen sitios que estan conformados por suelos salinos, con escaza o ninguna especie vegetal. Entre estas especies principalmente se tienen a las halófitas nativas *Suaeda foliosa, Atriplex nitrophyloides, Salicornia pulvinata* y las gramíneas *Hordeum muticum* y *Distichlis humilis*. Las dos primeras y dos últimas especies son consideradas excelentes forrajeras por el alto valor nutritivo y buena palatabilidad.

En el Cantón San José Llanga (Provincia Aroma, La Paz) alrededor del 50% de los suelos presentan diferentes grados de salinidad con o sin presencia de especies halófitas. Algunos sitios de estos suelos contienen a las halófitas nativas *Salicornia pulvinata*, *Atriplex nitrophyloides*, *Antobrium triandrum* y *Distichlis humilis*, y en menor o mayor grado son utilizadas comunalmente para pastoreo de ovinos durante casi todo el año.

Estos suelos por su alto contenido de sodio son catalogados como Solonchaks hiper-sódicos (PSI > 50%) y Solonchaks sódicos (PSI > 15%) con fuertes limitaciones químicas y físicas (drenaje) que dificultan el establecimiento de especies agrícolas y forrajeras, la única opción para este tipo de suelos es la introducción de especies halófitas (Miranda 1995).

El *Atriplex alimus* es un arbusto halófito cultivado, que en cabeceras de valles mesotérmicos de Cochabamba tuvo buen comportamiento productivo y uso silvopastoril, pero su potencial de producción de forraje en suelos salinizados del ámbito altiplánico practivamente es desconocido. Por estas razones la plantación de esta especie en los suelos salinizados de San José Llanga es prioritaria a fin de evaluar su establecimiento, adaptación, rangos de tolerancia a la salinidad, capacidad productiva de fitomasa, valor nutritivo y su manejo y uso con el componente animal

Materiales y Métodos

Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en áreas salinizadas (eriales) del Cantón San José Llanga que está ubicado a 18 km del poblado de Patacamaya (Provincia Aroma, Departamento de La Paz). Sus coordenadas geográficas son de 17°20' a 17°30' de latitud sur y de 67°45' a 68°00' longitud oeste. Por la altitud que va entre 3725 y 3786 metros, agroecológicamente la comunidad corresponde a la zona de vida natural, provincia seco invernal de estepas interandinas (Gastó et al. 1993). La estación meteorológica más próxima de la Estación Experimental Patacamaya dependiente del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) para el período de estudio, registró un clima muy frío y seco para el invierno. La temperatura media anual fue 9.6°C y la precipitación pluvial anual acumulada de 402 mm.

La comunidad abarca 7200 hectáreas las cuales políticamente están divididas es seis zonas: Savilani, Kallunimaya, Barrio, T'olathia, Incamaya y Espíritu Willq'i (Cala 1994). A su vez, según Massy (1994) las tierras de esta comunidad por la forma de uso y manejo comprende tres áreas: 1) área agrícola (42% del área total, incluye áreas de cultivos agrícolas y campos agrícolas en descanso), 2) área de pastoreo (48% de área, corresponde a campos naturales de pastoreo) y 3) eriales (10% del área, comprende a suelos salinizados y desnudos, construcciones, ríos y caminos).

Según Miranda (1995) los suelos salinizados de San José Llanga son dominantes en alrededor del 50% y están ubicados en sedimentos fluviolacustres de las partes bajas. Seis unidades de estos suelos fueron encontradas: Solonchaks hiper-sódicos, Solonchaks sódicos, Solonchaks sodi-gleycos, Solonchaks moli-gleycos, Solonchaks calci-moli-gleycos y Solonchaks sodi-moli-gleycos. Las dos primeras unidades son las más salinas con > 50% y > 15% de PSI respectivamente. Esta alta sodicidad por las fuertes limitaciones químicas y físicas (drenaje), dificulta el establecimiento de especies agrícolas y forrajeras, la única opción para este tipo de suelos es la introducción de especies halófitas nativas y cultivadas. En este caso en estos suelos se introdujo al arbusto halófito *Atriplex alimus*.

Metodología

En noviembre de 1993 tres sitios de suelos con diferente grado de salinidad fueron ubicados. En cada uno de estos se contruyeron claustros de 400 m^2 (20 x 20 m). A continuación en cada claustro distanciados cada 1.5 m se hicieron 144 hoyos con una profundidad de 0.40 m. Posteriormente, la primera semana de diciembre del mismo año, las aproximadamente 450 plántulas de *Atriplex alimus* traidas con anterioridad del Centro de Investigaciones en Forrajes "La Violeta" (CIF-Cochabamba) dependiente de la Universidad Mayor de San Simón, fueron inmediatamente transplantadas en los hoyos de cada claustro.

Las evaluaciones del primer año (gestión agrícola 1993-94) sólo implicaron observaciones de establecimiento, número de plantas muertas y los cuidados contra interferencias de animales y el hombre. En el segundo año agrícola (1994-95) se tomaron lecturas de sobrevivencia, crecimiento y estadios fenológicos, cobertura, producción estratificada de fitomasa por tamaño de plantas, relación de ramas/tallos, componentes bromatológicos de las hojas y el grado de tolerancia a los efectos de la salinidad.

El análisis bromatológico de las muestras de hojas fue hecha en el Laboratorio Bromatológico de la estación Experimental Patacamaya dependiente del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA). La proteína cruda fue determinada por el método Micro Kjeldhal (AOAC 1975) y la fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) por el método de Goering y Van Soest (1975).

Finalmente, las muestras de suelos extraidas en los primeros 0.4 m de profundidad de cada claustro, fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos del Instituto Boliviano de Tecnología Nuclear dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés. Los componentes quimico-fisicos determinados fueron pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, sodio y textura.

Resultados y Discusión

Número de plantas establecidas y muertas

El cuadro 1 muestra el número total de plantas establecidas en los tres sitios de suelos salinizados. La diferencia del total de 144 plantas transplantadas significa que perecieron por los efectos de clima y factores edáficos adversos de orden físico-químicos.

Cuadro 1. Sobrevivencia de plantas de *Atriplex alimus* al transplante en tres tipos de suelos salinos, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz.

Plantas/tamaño	Franco arcilloso (Claustro 1)	Franco arenoso (Claustro 2)	Franco arcillo arenoso (Claustro 3)
Muy pequeñas	--	--	13
Pequeñas	47	35	--
Medianas	--	29	--
Grandes	--	36	--
T o t a l	47	100	13
Porcentaje	33	69	9

La población de 432 plántulas (144 plántulas x 3 claustros) en el momento del transplante en los tres tipos de suelos presentaban mucha similaridad en tamaño y desarrollo, sin embargo, éstas al segundo año de establecimiento en cada claustro o tipo de suelo variaron tremendamente en tamaño y desarrollo tal como se muestra en el cuadro 1. La diferenciación más notoria fue en el claustro 2 (suelo franco arenoso) donde se observó tamaños estratificados desde plantas pequeñas hasta grandes. Esta variación fue la base para calificar a las plantas de los otros dos tipos de suelos.

Las anteriores diferencias en tamaño de plantas pueden deberse a las influencias edáficas de orden químico y físico como el pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, contenido de sodio y textura entre otros, pero por otro lado, el carácter genético de cada planta individual de la especie podría también ser decisivo no sólo en el buen o mal establecimiento y desarrollo sino en la diferenciación del tamaño, tal como ocurre con las plantas de *Atriplex alimus*. El clima, el nivel freático del agua en el suelo y la baja fertilidad (materia orgánica pobre) pueden ser otros factores que afecten a estas diferencias.

Referente al número de plantas transplantadas en cada sitio o claustro (144 plantas), se observó que el porcentaje de sobrevivencia después de dos años de establecimiento fue bastante alto en el tipo de suelo franco arenoso (69%) frente a los otros que fueron 33% para el tipo de suelo franco arcilloso y 9% solamente para el tipo de suelo franco arcillo arenoso. En cuanto al tamaño de plantas, como ya se ha referido antes, el tipo de suelo franco arenoso es el que presentó tres tamaños de plantas bastante diferenciados en número de 35 pequeñas, 29 medianas y 36 grandes, mientras el tipo de suelo franco arenoso (claustro 1) solamente presentó 47 plantas pequeñas y el suelo franco arcillo arenoso (claustro 3) sólo presentó 13 plantas muy pequeñas.

La sobrevivencia o pleno establecimiento del número de plantas y la marcada diferenciación en tamaño de las mismas en cada tipo de suelo, puede ser explicado por el cuadro 2 que muestra los componentes físico-químicos de los tres tipos de suelos. De acuerdo a esta información el pH del suelo franco arenoso fue neutro (7.07), alta alcalinidad (8.81) para el suelo arenoso y acidez leve (6.19) para el suelo franco arcillo arenoso (> 8.5 alta alcalinidad, 6.6 < 7.3 neutro y 6.1 < 6.5 acidez leve; Gastó et al. 1993). Por estas variaciones se podría deducir que el *Atriplex alimus* prospera mejor en un medio altamente alcalino, resultado que es contrario al reporte bibliográfico de Tejada y Guzmán (1993), quienes afirman que lo óptimo para esta especie está entre 5.2 y 8.2.

Cuadro 2. Componentes fisico-químicos de tres tipos de suelos con transplante *Atriplex alimus*, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz.

Componentes	Franco arcilloso (Claustro 1)	Franco arenoso (Claustro 2)	Franco arcillo arenoso (C3)
pH	7.07	8.81	6.19
C.E. (mmhos/cm)	7.03	4.65	7.46
CIC (meq/100 g)	14.36	7.68	12.67
Na (meq/100 g)	1.31	0.90	0.46
Textura:	Arena 39% Limo 14% Arcilla 47%	Arena 67% Limo 18% Arcilla 15%	Arena 49% Limo 18% Arcilla 33%

En cuanto a la conductividad eléctrica (CE), los suelos franco arcilloso y franco arcillo arenoso registraron los más altos valores muy poco variables entre ellos (7.03 y 7.46 mmhos/cm respectivamente) y el suelo franco arenoso reportó el más bajo valor de 4.65 mmhos/cm. Estos suelos aúnque son variables en sus contenidos de CE, según Gastó et al. (1993) son suelos salino sódicos apropiados para el buen desarrollo del *Atriplex alimus* cuando la CE es de 4.6 mmhos/cm.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) principalmente de Ca, Mg y K y sus relaciones entre ellos está en función del contenido de materia orgánica, arcillas, óxidos e hidróxidos en los suelos (Fassbender 1978). Cuando éstos aumentan progresivamente aumenta la CIC, sin embargo, ésta varía entre los horizontes del suelo en función del contenido de materia orgánica, generalmente disminuye con la profundidad aúnque cuando existe acumulación de arcillas de alto poder, la CIC puede ser alta. Por su lado, el pH guarda una relación especifica con la CIC, a un pH de 4.5 las bases cambiables saturan solamente el 10% de la CIC y su participación aumenta progresivamente con el pH, así a un valor de 4.5 se obtiene una saturación del 60% y con pH de 7.5 la cobertura de las bases practicamente es del 100%.

En el caso presente, la CIC en los suelos franco arcilloso y franco arcillo arenoso, fue mayor (14.36 y 12.67 respectivamente) y en el suelo franco arenoso fue el más bajo (7.68). Este último valor que es bajo, sería favorable para que el *Atriplex alimus* prospere mejor.

El contenido de sodio en el suelo arcilloso fue mayor (1.31 meq/100 g) que en los suelos franco arenoso y franco arcillo arenoso (0.90 y 0.46 meq/100 g respectivamente). Estos suelos pese a presentar bajos valores de sodio estarían catalogados según Gastó et al. (1993) como suelos sódicos (Na < 15 meq/100 g). Aparentemente el contenido de alrededor de 1.0 meq/100 g de sodio sería favorable para el buen comportamiento del *Atriplex alimus*, valores menores o superiores a éste serían desfavorables.

En materia de textura, el suelo franco arenoso con bajos contenidos de arcilla (15%) y limo (18%) sería más favorable para el *Atriplex alimus* que los suelos franco arcilloso y franco arcillo arenoso que presentaron más arcilla y menos arena (47 - 33 y 39 - 49% respectivamente). Esta aparente ventaja es contradictoria a las de Tejada y Guzmán (1993) quienes afirman que este arbusto halófito siempre tiene un crecimiento y productividad pobre en suelos arenosos y bajo condiciones de secano. Cuando son profundos de texturas medianas el desarrollo y la productividad son altos, resultando moderados cuando son arcillosos.

Producción de fitomasa

El cuadro 3 al margen de mostrar la fitomasa total por tamaño de plantas y tipo de suelos incluye otras características de altura, cobertura y la relación ramas/hojas. Según estos resultados, la mayor fitomasa total corresponde a las plantas grandes (199.94 g MS/planta) del tipo de suelo franco arenoso (claustro 2), para el mismo tipo de suelo le siguen las plantas medianas y pequeñas con 46.63 y 22.57 g MS/plantas respectivamente. En los tipos de suelo franco arcilloso (claustro 1) y franco arcillo arenoso (claustro 3) la fitomasa total es bajísima de 6.86 y 5.75 g MS/planta respectivamente.

Cuadro 3. Producción de fitomasa y otras características agronómicas de plantas de *Atriplex alimus* implantadas en tres tipos de suelos salinos, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz.

Claustros	Tamaño plantas	Altura (cm)	Cobertura (%) [1]	Fitomasa (g MS)		Total g MS	Relación R : H
				Ramas	Hojas		
Claustro 1	pequeñas	10-20	0.57	4.16	2.70	6.86	2 : 1
Claustro 2	pequeñas	10-20	8.84	10.93	10.14	22.57	1 : 1
	medianas	30-40	21.73	18.46	28.18	46.63	1 : 2
	grandes	50-70	79.67	93.16	106.78	199.94	1 : 2
Claustro 3	muy pequeñas	10-15	0.23	1.63	4.12	5.75	1 : 3

1/ Valores promedios calculados para 1 m2 de suelo desnudo o sin otra vegetación.
R = ramas y H = hojas.

Tejada y Guzmán (1993) sin especificar producción de hojas o ramas, indican que la fitomasa del *Atriplex alimus* está entre 150 y 1500 kg MS/ha/año con un promedio de 600 kg. Esta producción depende mucho de la densidad de plantas/ha, densidades bajas y altas disminuyen la productividad individual. El rango óptimo estaría entre 1500 y 2500 individuos/ha.

Si bien la producción de fitomasa total en el tipo de suelo franco arenoso es alentador, la parte útil como forraje son las hojas. Se podría decir que la producción de fitomasa de estas hojas está correlacionada positivamente con el tamaño y crecimiento de las plantas, es decir que a medida que las plantas crecen y se hacen adultas son más abundantes en hojas hasta doblar su producción, tal como se verifica en el cuadro 3. En el caso del suelo franco arcilloso que contiene plantas pequeñas no ocurre lo mismo, donde la relación de fitomasa ramas/hojas es a la inversa (2 : 1) y en tipo de suelo franco arcillo arenoso la fitomasa de las hojas es el triple de las ramas (3: 1). Estas tendencias poco definidas se deberían al pobre desarrollo de las propias plantas y la exposición de éstas a los efectos adversos de clima y suelo.

En el presente caso, relativamente la altura de plantas y la cobertura vegetal están correlacionadas positivamente con la producción de fitomasa, es decir, a mayor altura y cobertura, mayor producción de fitoma. Esta situación es patente con las plantas grandes del tipo de suelo franco arenoso que reportan 80% de cobertura y alturas de plantas de 50 a 70 cm. Otras plantas proporcionales a su menor tamaño (pequeñas, medianas y muy pequeñas) registraron valores bajos de altura y cobertura.

Valor nutritivo

Las plantas en promedio en los tres tipos de suelos presentaron valores de proteína cruda (PC) relativamente altos y poco variables. Por ejemplo las plantas del suelo franco arenoso registraron el mayor valor de 11.73%, mientras las de los suelos franco arcillo arenoso y franco arcilloso respectivamente registrarron valores bajos de 10.48 y 6.73% (cuadro 4). Estos resultados frente a los reportes de Tejada y Guzmán (1993) son bajos, quienes para la misma especie encontraron 14.9 % para el período invernal y 18.2% para la época lluviosa. Estas diferencias se deberían a las influencias de clima, altitud y suelo de los valles mesotérmicos de Cochabamba, y por el otro lado, probablemente las plantas analizadas frente a las del presente caso, fueron de más edad y mayor desarrollo.

Cuadro 4 Componentes bromatológicos en % de hojas de *Atriplex alimus* en tres tipos de suelos salinos, San José Llanga, Provincia Aroma, La Paz.

Componentes	Franco arcilloso (Claustro 1)	Franco arenoso (Claustro 2)	Franco arcillo arenoso (Claustro 3)
Materia seca	91.79	92.69	90.70
Materia orgánica	58.56	59.89	58.09
Proteína cruda	6.73	11.73	10.48
FDA	19.72	21.44	20.55
FDN	37.11	37.73	34.38

Los componentes físico-químicos de los tres tipos de suelos no afectaron marcadamente a valores de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutro (FDN), los cuales en promedio para los diferentes tamaños de plantas fluctuaron entre 20.57 y 36.41% respectivamente. Estos resultados que son bastante bajos dan a entender que la digestibilidad de la especie es alta (hojas), es decir como forraje contiene porcentajes bajos de fibra y lignina. Al respecto Tejada y Guzmán (1993) en un reporte bibliográfico resaltan que los *Atriplex* como forraje ofrecido al ganado contienen más proteína, fibra y lignina que las gramíneas, pero estos componentes químicos entre estaciones del año son menos variables que en éstas últimas.

Conclusiones y Recomendaciones

- Al cabo de dos años de observación, en el tipo de suelo franco arenoso fue donde mejor sobrevivieron y se establecieron las plantas de *Atriplex alimus* (69%), en los suelos franco arcilloso y franco arcillo arenoso fueron muy bajos (33 y 9% respectivamente). Esta buena sobreviencia fue acompañada con una marcada diferenciación en tamaños y desarrollo de plantas por el carácter del suelo salino sódico y el pH altamente alcalino por un lado, y por el otro lado, por el genotipo de cada planta individual.

- Producciones totales sobresalientes de fitomasa por planta así como a nivel foliar se registraron en todos los tamaños de plantas del tipo de suelo franco arenoso, variando desde 22.57 hasta 199.94 g MS/planta. La tendencia de la relación ramas/hojas fue de 1: 2, es decir, la producción de fitomasa de las hojas estaría correlacionada positivamente con el tamaño y crecimiento de las plantas. En los otros dos tipos de suelos por los efectos físico-químicos y el clima las pocas plantas que se establecieron, desarrollaron muy poco (pequeñas) y en consecuencia la producción de fitomasa fue muy pobre y la relación de ramas/hojas presentó tendencias poco definidas.

- Finalmente, el valor nutritivo expresado en proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutro (FDN), no fue afectado sustancialmente por los componentes físico-químicos de los tres tipos de suelos. La PC excepto en el suelo franco arcilloso (6.73%), fue muy superior al 7%, nivel que corresponde a la necesidad mínima para el mantenimiento de un rumiante menor, pero frente a reportes bibliográficos fue bajo. Tanto la FDA como la FDN para los tres tipos de suelos, reportó valores bajos poco variables, lo que supone que el *Atriplex alimus* ofrece un forraje foliar de alta digestibilidad por los bajos contenidos de fibra y lignina.

Por los resultados y conclusiones antes mencionados, se sugiere realizar las siguientes actividades complementarias:

- Continuar con el monitoreo y evaluación hasta contar con resultados más confiables y representativos (evaluar mínimamente por otros dos años más).

- Por la alta respuesta de buen establecimiento, adaptación y producción de fitomasa en el suelo franco arenoso y considerando los componentes físico-químicos, mapear el área del erial ubicando sitios con estas características edáficas a objeto de cultivar directa y extensivamente en ellos el *Atriplex alimus*.

- Tomando en cuenta la experiencia del presente trabajo, introducir otras especies de *Atriplex* y halófitas nativas como la *Suaeda foliosa*, a fin de contar con germoplasma apropiado y disponible para áreas salinizadas del Altiplano.

- Finalmente, con la producción de fitomasa no sólo del *Atriplex alimus* sino de otras halófitas, evaluar el consumo, palatabilidad y digestibilidada in vivo.

Bibliografía

A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 12 th edition. Washington, D.C.

Cala, E. 1994. Posesión y control de las tierras en una comunidad del Altiplano Central. Tesis Lic.Soc., Carrera de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 174 p.

Fassbender, H.W. 1978. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 398 p.

Gastó, J., F. Cosio y D. Panario. 1993. Clasificación de ecoregiones y determinación de sitio y condición: Manual de aplicación a minicipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos, Proyecto con Apoyo del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (REPAAN, CIID-Canadá). Santiago, Chile. 254 p.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1975. Forage fiber analysis. Apparatus reagents procedures and same applications. Agriculture handbook No.379. Agricultural Research Science, Utah States Departament of Agriculture, Washington D.C.

Massy, N. 1994. Mapeo y caracterización de campos nativos de pastoreo del Cantón San José Llanga. Tesis Ing.Agr., Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia. 74 p.

Miranda, R. 1995. Caracterización físico-química de los suelos del Cantón San José Llanga y su relación con asociaciones vegetales. Tesis Ing.Agr., Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 130 p.

Tejada, E. y R. Guzmán. 1993. Halófitas arbustivas forrajeras: Un recurso potencial para la Agroforesteria Andina. Programa de Repoblamiento Forestal, Corporación Reginal de Desarrollo de Cochabamba, Cooperación Técnica Suiza. Cochabamba, Bolivia. 133 p.