

Preferencia de forrajes introducidos por el ganado vacuno y ovino en el Altiplano Boliviano

Val Jo Anderson¹
Gustavo Troche²
Rachel Fugal³

RESUMEN

La falta de forraje nutricional en el Altiplano Boliviano limita la producción del ganado vacuno y ovino durante la estación seca. Una suplementación alimenticia con pastos ricos en energía y arbustos altamente proteínicos puede mejorar el estado nutricional de los animales durante esta estación. Varias pruebas de preferencia alimenticia en ganado vacuno y ovino fueron realizadas durante los meses de febrero y noviembre del 2005, en dos localidades de Bolivia (Letanías y Tiahuanaco) y se determinó la aceptación de doce variedades de pastos y arbustos en vacas y ovejas. Para esta investigación se utilizaron las siguientes variedades: pasto agropiro pubescente (*Agropyron trichophorum*), pasto pradera (*Bromus inermis*), pasto agropiro cresta (*Hycrest*, *Agropyron cristatum* x *A. desertorum*), pasto llorón (*Eragrostis curvula*), pasto huerto (*Dactylis glomerata*), pasto timoteo (*Phleum pratense*), salvia negra (*Artemisia nova*), atriplex de cuatro hojas (*Atriplex*

canescens), atriplex (*Atriplex halimus*), caoba de montaña (*Cercocarpus montanus*), maleza amarga (*Pursia tridentata*), y forraje kochia (*Kochia prostrata*). Las vacas y las ovejas rechazaron los arbustos en las dos localidades de experimentación. La aceptación de las diferentes especies de pasto fueron significativas ($p < 0.01$). El pasto agropiro pubescente fue el más significativo (preferido por el ganado) (17% del tiempo), el pasto pradera (9%) y pasto agropiro cresta el menos significativo (5%). En la prueba de experimentación con ganado vacuno no hubo diferencia significativa entre la preferencia de pastos de verano e invierno. Para el ganado ovino la interacción estacional y la preferencia de las diferentes especies de pastos fueron significativas ($p < 0.01$). En el verano, el pasto agropiro pubescente (24%) y el pasto de pradera (21%) fueron más preferidos que el pasto llorón, (1%). Durante el invierno, la preferencia para el pasto agropiro pubescente disminuyó considerablemente (13%) al igual que el pasto agro-

¹ Jefe de Departamento del Departamento de Plantas y Ciencias de la Vida Silvestre, Brigham Young University. Correo electrónico: val_anderson@byu.edu

² Coordinador de Proyectos de Benson Agriculture and Food Institute, La Paz, Bolivia. Correo electrónico: gustavot@accelerate.com

³ Investigadora Asociada del Departamento del Departamento de Plantas y Ciencias de la Vida Silvestre, Brigham Young University. Correo electrónico: Smile20@byu.net

piro cresta (16% en febrero y 6% en noviembre). La preferencia por los otros pastos por los ovinos no cambió significativamente.

Palabras clave: desierto frío, reservas de forraje, preferencia, reservas, suplementos alimenticios de temporada seca.

ABSTRACT

Lack of nutritional dry-season forage limits Bolivian Altiplano livestock production. Stockpiled energy-rich grasses and protein-rich shrubs supplementation may improve livestock dry-season nutritional status. Preference trials conducted February and November of 2005 at two Altiplano sites (Letanias and Tiahuanaco, Bolivia) determined cattle and sheep acceptance of the following 12 stockpiled grasses and shrubs: pubescent wheatgrass *Agropyron trichophorum*, smooth brome *Bromus inermis*, crested wheatgrass *Hycrest Agropyron cristatum* x *A. desertorum*, weeping lovegrass *Eragrostis curvula*, orchard grass *Dactylis glomerata*, timothy *Phleum pratense*, black sage *Artemisia nova*, four-wing saltbush *Atriplex canescens*, saltbush *Atriplex halimus*, mountain mahogany *Cercocarpus montanus*, bitterbrush *Purshia tridentata*, and forage kochia *Kochia prostrata*. Cattle and sheep refused all shrubs at both sites. Cattle preferred pubescent wheatgrass significantly more (17% time) and smooth brome (9%) and crested wheatgrass (5%) least ($p < 0.01$). There was no significant difference between cattle summer and winter grass preference. For sheep, the grass species by season interaction was significant ($p < 0.01$). During February, pubescent wheatgrass (24%) and smooth brome (21%) were preferred over weeping lovegrass (1%). During

November, preference for pubescent wheatgrass (13%) was significantly lower as well as crested wheatgrass (16% February and 6% November). Sheep preference for other grasses did not change significantly.

Key words: cold desert, forage reserves, preference, stockpiling, dry season supplementation

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria es parte esencial en la economía de los pequeños productores del Altiplano Boliviano. Esta producción está adaptada y limitada a las severas condiciones ambientales y la baja disponibilidad de recursos económicos y mecánicos, así como la disponibilidad de forrajes altamente nutritivos. La producción pecuaria incluye la cría de llamas, alpacas, vacas, y ovejas cuya nutrición durante la temporada húmeda y seca es escasa por la falta de pastos adecuados para su nutrición. La falta de pasturas adecuadas es causa del sobre pastoreo y la no implementación de programas de manejo adecuado de suelos y la rotación de pastoreo en áreas de pastizales nativos (Reiner and Bryant, 1986). Genin (1994) determinó que los sistemas de alimentación del ganado está directamente relacionada con las diferentes fuentes de forraje disponibles a nivel de la unidad de producción y estas son: pastoreo en tierras en descanso con suplementación de residuos agrícolas y heno de cebada. Las tierras en descanso en el altiplano boliviano se caracterizan por sus bajos potenciales forrajeros y están conformados generalmente por pastos nativos no cultivados y además constituye una fuente de alimentación importante para el ganado durante todo el año. Estos pastizales constituyen el 80%

de la dieta del ganado durante el periodo húmedo. Cabe mencionar que durante esta época la dieta animal es estrictamente con pastos no cultivados. Durante el periodo seco, la alimentación animal esta suplementado con residuos agrícolas principalmente rastrojos de cebada, mata de papa, broza de quinua, y jipi de quínoa. Este tipo de alimentación por suplementación llega a conformar un total del 20% de la dieta casi al final del periodo seco (Bryant y Farfan, 1984; Genin, 1994). El uso de broza de cebada (residuo agrícola) y heno de cebada constituye otra fuente fundamental en los sistemas de alimentación del ganado. Por ejemplo, la broza de cebada constituye el 80% de la dieta animal durante el periodo seco y es suplementado con residuos agrícolas. Durante el periodo húmedo el heno de cebada constituye el 50% de la alimentación ganadera y es complementada con pastizales nativos mediante pastoreo. Reiner y Bryant (1986) observaron que la proteína es deficiente en las dietas del ganado durante el periodo seco, mientras la energía es deficiente solamente al final de esta temporada seca. Consecuentemente, el pastoreo en tierras en descanso durante el periodo seco y la suplementación con residuos agrícolas no son suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales del ganado. Esta deficiencia nutricional trae como consecuencia la pérdida de peso, baja producción y calidad de fibra, baja fertilidad y alta mortalidad embrionaria.

El estudio fue separado en dos periodos de evaluación. El primer periodo correspondió al proceso de preparación del ganado, donde los animales fueron confinados (aislados) sin alimento durante 24 horas. La noche anterior a la evaluación del estudio, los animales fueron conducidos a las parcelas experimentales para el proceso de familiarización con los forrajes.

En el altiplano Boliviano, se han realizado investigaciones para tratar establecer un incremento nutricional del ganado obteniendo en estas resultados variados. Por ejemplo, en algunos lugares, se utilizo el modo antiguo de crear “cojín de turberas” que se conoce como bofedales. Los bofedales son regiones inundadas (pantanal artificial) con aguas desviada de ríos o manantiales para mantener durante todo el año una mezcla nutritiva de pastos perennes, juncos y pastos de grandes hojas resistentes a las heladas (Buttolph & Coppock, 2001). Estos bofedales proveen alimentación a los animales, especialmente durante la temporada seca. Desafortunadamente, muchos animales no tienen el acceso a estos bofedales. Reiner y Bryant (1986) sugieren que el uso de pastos cultivados complementados con algas y otras plantas acuáticas incrementa la nutrición animal. Su publicación también describe que la rotación rápida de los animales entre pastoreo en bofedal (pastos ricos en proteína) y pastoreo en tierra altas (pastos ricos en energía) proveen una adecuada nutrición a los animales, pero ambos tipos pastizales no está disponible para todos los animales en el altiplano Boliviano. Genin et al. (2002) probó el uso del pasto paja brava (*Festuca orthophylla*) tratada con hidróxido de sodio, urea y carbohidratos solubles (melaza o chancaca) tiene un efecto favorable en la digestibilidad animal. Consecuentemente pueden ser utilizados como suplemento energético y proteínico. Las

pruebas de digestibilidad in situ de la paja brava tratada produjeron un incremento del 33% en la digestibilidad en llamas (datos no disponibles para ganado ovino y vacuno). Debido a las condiciones socio-económicas y culturales de la zona la aceptación de estas estrategias de alimentación del ganado no es aceptada por los campesinos del altiplano. Buttolph & Coppock (2001) estudiaron los resultados de proyectos de riego para ampliar el tamaño de los bofedales y la construcción de cercas alrededor de estos bofedales para mejorar la calidad del forraje. Los bofedales cercados no mostraron un incremento en la calidad de los forrajes, en cambio mostraron una disminución en la diversidad de pastos.

La reserva de forraje es una práctica económicamente eficiente y exitosa para eliminar las limitaciones de forraje durante el invierno, en los sistemas de pastoreo de los Estados Unidos. Las reservas consisten en guardar áreas con pastos de forraje para luego ser utilizados durante la temporada de invierno donde el crecimiento de pastos es casi nulo. Los costos de manteniendo de pastos reserva en campo son bajos, ya que los pastos no necesitan ser cosechados ni se utiliza abundante mano de obra. Además, los pastos se conservan mejor cuando se esparce el estiércol, residuos de cosechas y la materia vegetal sobrante que se deja en el lugar (Johnston y Wand, 1999).

Los pastos fríos de reserva son altamente energéticos y las plantas arbustivas forrajeras son ricas en proteína. En las praderas de invierno, los arbustos del desierto proporcionan una fuente significativa de proteína para la ganadería. La mayoría de los pastos llega a producir entre 3 y 4% de proteína cruda durante su estado latente. Los

arbustos como el forraje kochia (*Kochia prostrata*), el arbusto alado (*Atriplex canescens*), y la artemisa grande (*Artemisa tridentata*) pueden terminar la temporada seca con una producción de 10% a 12% proteína cruda (Memmott, 1995), pero las plantas tiernas de forraje kochia pueden llegar a tener 15% de proteína cruda (Davis, 1979).

Una combinación de reservar pastos fríos duraderos, resistentes a la sequía, con un contenido alto en energía y arbustos con mucha proteína pueden ser suplementos nutritivos ideales durante la temporada seca para la crianza de ganado en el Altiplano Boliviano. Las investigaciones demuestran que muchas de estas especies de pastos y arbustos se adaptan fácilmente y sobreviven en el medio ambiente altiplánico (Fugal, 2006). En este sentido, el uso de las especies introducidas en los sistemas agropecuarios, es una alternativa potencial en la crianza de ganado por su alto valor nutritivo y su disponibilidad en los periodo secos donde los pastos y forrajes escasean prominentemente. El propósito de este estudio es evaluar la preferencia de palatabilidad del ganado vacuno y ovino por los pastos y arbustos introducidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en dos localidades del Altiplano Boliviano: Letanías y Tiahuanaco. Letanías (16° 41' S, 68° 18' W; altitud, 3892 m) está ubicada en el Altiplano Central Boliviano, a 60 km al sureste del Lago Titicaca. Tiahuanaco (16° 34' S, 68° 41' W; altitud, 3875 m) está ubicado aproximadamente 18 km al suroeste del Lago Titicaca en el Altiplano Norte de Bolivia. En la localidad de Letanías

se instaló una estación meteorológica que registró los datos de temperatura media y precipitación pluvial durante los años 2004 y 2005 (Fig. 1 y 2). La temporada fría que coincide con la temporada seca está distribuida entre los meses de abril a noviembre. La temperatura máxima varió de 13 a 20°C mensualmente durante el año, mientras que la mínima mensual fluctuó de -7 a 6° C (Fig. 1). Los datos meteorológicos no fueron disponibles para la localidad de Tiahuanaco. Las localidades de Tiahuanaco y Letanías se caracterizan por tener un clima seco semiárido. La comunidad de Tiahuanaco presenta con una temperatura media anual de 7.5 oC, con una precipitación anual media promedio de 538.6 mm y un periodo libre de heladas de 120 días.

Vegetación

La vegetación predominante en Tiahuanaco está conformada principalmente por asociaciones de gramíneas como *Festuca dolichophylla* J. Presl (Chilliwa), distintas especies del genero *Calamagrostis* spp. (k'enas), *Hypochoeris meyeniana* (Sik'i), *Juncus* spp, (Junco), y otras especies en menor proporción. Letanías está caracterizado por praderas de secano donde se destacan la *Festuca orthophylla* y especies del género *Parastrephia*.

Suelos

Con respecto a los suelos, basados en el análisis físico-químico Fugal (2006) determinó que el horizonte superior del suelo en Tiahuanaco se caracteriza por una textura franco-arcilloso con

Figura 1. Temperaturas mensuales de enero-diciembre 2005 registradas en Letanías, Bolivia. Faltan los días 124-311 debido a malfuncionamiento del equipo.

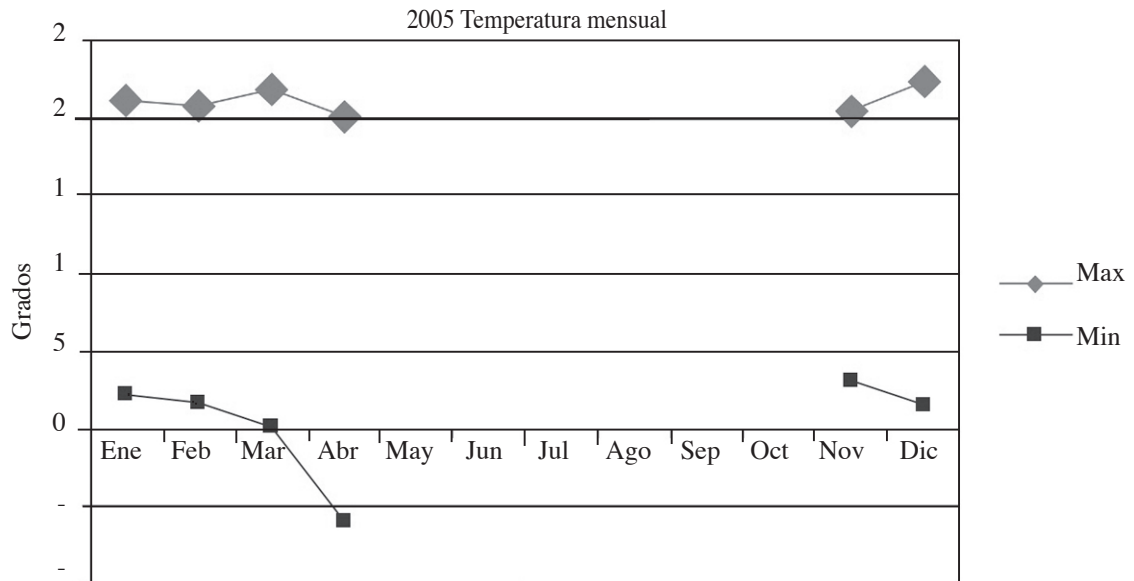


Figura 2. Precipitación mensual de enero-diciembre 2005 registrada en Letanías, Bolivia. Faltan los días 124-311 debido a malfuncionamiento del equipo

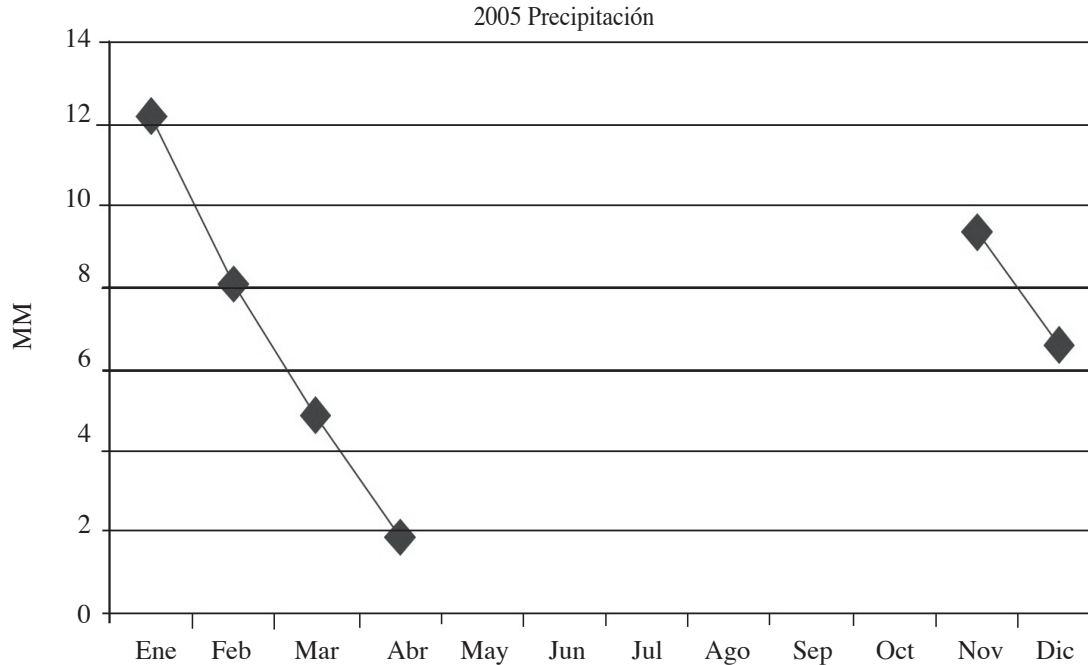


Tabla 1. Pastos y arbustos plantados en 2 localidades de Bolivia (Letanías y Tiahuanaco) para establecer la palatabilidad en ganado vacuno y ovino.

Nombre Común	Nombre científico	Autor	Lugar de recolección	Origen de la Especie
Pasto Agropiro Pubescente	<i>Agropyron trichophorum</i>	Link, K. Richter	Washington, USA	Euro-Asia
Pasto Pradera	<i>Bromus inermis</i>	Leysser	Kansas, USA	Europa
Hibrido	<i>Agropyron cristatum</i> x <i>A. desertorum</i>	Linnaeus, Gaertner; Link, Schultes	Canada	Euro-Asia; Rusia and Siberia
Pasto Lloron	<i>Eragrostis curvula</i>	Schrader, Nees	Texas, USA	Este de Africa
Pasto Huerto	<i>Dactylis glomerata</i>	Linnaeus	Oregon, USA	Euro-Asia
Pasto Timoteo	<i>Phleum pratense</i>	Linnaeus	Canada	Europa
Salvia Negra	<i>Artemisia nova</i>	Aven Nelson	Utah, USA	U.S. Occidental
Atriplex de Cuatro Hojas	<i>Atriplex canescens</i>	Pursh, Nuttall	Utah, USA	U.S. Occidental
Atriplex	<i>Atriplex halimus</i>	Linnaeus	Bolivia	América del Sur
Caoba de Montaña	<i>Cercocarpus montanus</i>	Rafinesque	Utah, USA	U.S. Occidental
Maleza Amarga	<i>Purshia tridentata</i>	Pursh, Augustin Candolle	Nevada, USA	U.S. Occidental
Forrage Kochia	<i>Kochia prostrata</i>	Linnaeus, Schrader	Utah, USA	Rusia

una capa de carbonato de calcio (CaCO_3) entre los horizontes C2 y C3. Sin embargo los suelos de Letanías presento una textura de franco-areno-arcilloso. Los horizontes inferiores de los suelos en ambas localidades fueron alternados con capas franco-arcillosos y capas franco-areno-arcillosos con un contenido medio de materia orgánica de 1.82% para los suelos de Tiahuanaco y 1.88% para Letanías. El pH del suelo in Tiahuanaco fue neutral a ligeramente básico o alcalino (7.1 a 8.0) y en Letanías presentó un pH neutral (6.7 a 7.4). Análisis químicos de la capa superior (capa arable) presentaron contenidos de 75 mM de N, 0.44 mM de P, y 2.62 mM de K para la localidad de Tiahuanaco. En Letanías la capa arable tuvo 46.3 mM de N, 1.46 mM de P, y 13.5mM de K (Tabla 2).

Pastos y arbustos evaluados

Las siguientes 12 especies de pastos y arbustos fueron sembradas el mes de diciembre del 2001 en dos localidades del altiplano Boliviano (Letanías Y Tiahuanaco):

Pasto agropiro pubescente, pasto pradera, pasto agropiro cresta, pasto hibrido, pasto llorón, pasto huerto, pasto timoteo, salvia negra, atriplex de cuatro hojas, atriplex, caoba de montaña, maleza amarga, y forraje kochia (Tabla 1). La siembra de pastos se realizó utilizando el método de siembra directa por chorreo y para la siembra de arbustos de utilizo el método de escarificación de semillas y trasplante de plántones de camas en invernadero a terreno definitivo.

Diseño experimental

El diseño experimental adoptado para el ensayo fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones, en dos localidades. Las 12 especies (pas-

tos y arbustos) fueron distribuidas aleatoriamente y cada especie dentro del bloque ocupó un área de 4 x 10 m.

Los pastos fueron sembrados en 8 hileras de 10 metros de longitud y una distancia entre surco de 0.5 metros. Las semillas fueron distribuidas en el suelo por el método se chorro continuo. Todas las semillas tenían una edad similar (cosechados en el 2001). A su vez todas las semillas fueron tratadas similarmente. Las semillas no recibieron ningún tipo de tratamiento químico o mecánico.

Cada unidad experimental de arbustos estuvo constituida por 40 plantas. Las mismas distribuidos in cuatro hileras con una longitud de 10m y un espaciamiento entre plantas de 1m. El espaciamiento entresurcos y entre plantas fue basado de acuerdo al tipo de crecimiento y copa foliar de cada especie y para facilitar el deshierbe. Ambas parcelas fueron alambradas y enmalladas respectivamente.

El control de malezas y deshierbe se realizó manualmente removiendo pastos nativos en forma oportunas.

Recolección de datos

Establecimiento de los pastos y biomasa

El crecimiento total de la comunidad de grasas se determinó por el método de la línea transecta. Se seleccionaron 4 plantas individuales al azar tomando 1 metro de longitud de la fila en cada parcela. Los datos fueron suministrados por plantas individuales de distintas especies que se interceptaron en la línea ya sea por contacto o proyección. La biomasa se calculó realizando el corte de plan-

Tabla 2. Descripción de los horizontes del suelo en dos localidades de Bolivia. La descripción de los horizontes fue realizada de acuerdo al USDA descriptor (Schoeneberger et al. 1998) y fue efectuada en la Universidad de Brigham Young de Estados Unidos (Fugal, 2006).

Horizonte	Profundidad h ^a	Estructura	Textura	% Arcilla	% Rocas	% H ₂ O	Color ^b	pH	% CaCO ₃	CEC ^c
Tiahuanaco										
AB	0-25	Terrones	Arcilla-marga	40	0	50	5YR3/3	7.1	0.6	31.3
C1	25-44	Granular	Arcilla-Marga	33	15	75	5YR3/3	7.7	7.1	22.1
C2	44-61	Singular	Arenoso-Marga	18	15	80	5YR4/4	8.0	11.0	9.7
C3	63-100	Singular	Areno-arcilloso	15	0	85	5YR3/3	7.9	11.5	8.1
Letanias										
AB	0-30	Terrones	Arena-arcilla -Cieno	23	20	NA ^d	10YR5/3	7.4	0.7	15.3
C1	30-45	Terrones	Areno Marga	33	30	NA	10YR4/2	6.7	0.9	23.0
C2	45-79	Massivo	Areno-Arcilloso	20	5	NA	10YR5/3	6.8	0.9	16.1
C3	79-100	Singular	Arena-arcilla-Cieno	21	50	NA	10YR5/3	6.8	0.4	14.6

^a Profundidad en centímetros

^b Color se determine usando el grafico de de color de suelos de Munsell (Munsell, 1990)

^c Capacidad de intercambio de cationes cmol/kg

^d No aplicable

^e No determinado.

tas seleccionadas al azar. El material vegetal. 1 kg de material vegetal fue colocado en bolsas de papel, a su vez estas fueron nuevamente mezcladas totalmente y se tomo una muestra de 1 kg el cual se traslado al centro de investigación en Letanías. Allí el material vegetal fue secado y empaquetado para su posterior evaluación.

Biomasa y calidad de los pastos y arbustos

Muestras secas de pastos y arbustos fueron enviadas y analizadas en los laboratorios de la Universidad de Brigham Young en Utah, USA. Las muestras fueron molidas en Wiley mill con una molienda de 1mm y luego se analizo y determine la proteína cruda (CP), la fibra cruda por acido detergente (ADF) y fibra cruda por neutral detergen-

te (ADF). La proteína cruda fue calculada multiplicando el total de nitrógeno por 6.25. El total de nitrógeno fue determinado por el método de Dumas utilizando LECO FP 2000. ADF y NDF fue determinado por el método de reflujo (McGeegan and Naylor, 1988, AOAC, 1980, Van Soest et al., 1991).

Establecimiento de pastos y arbustos

Investigaciones anteriores del lugar de estudio indicó que la mayoría de las especies introducidas de pasto y arbustos producen un forraje nutritivo y abundante (Fugal, 2006). En el lugar de evaluación, la producción de pasto varió de 1,200-1,500 kg/ha en Letanías, con cerca de 5% de proteína cruda. En Tiahuanaco, la producción de pasto fue

de 2,200-5,400 kg/ha con hasta 9.7% de proteína cruda. En el segundo año de producción, el atriplex de cuatro hojas y el forraje kochia produjeron cantidades significativas de forraje (300-600 kg/ha. El forraje kochia contenía 15% de proteína cruda.

Ensayos de aceptabilidad de pastos y arbustos

Para la evaluación de preferencia se utilizó ganado vacuno y ovino. El ganado vacuno estaba conformado por cinco vacas adultas de raza no pura (criolla x Holsthein) y el ganado ovino estaba conformado por cinco ovejas (corderos) adultas de raza criolla. Ambos grupos fueron identificados con colores distintivos para facilitar la investigación y el estudio de investigación se desarrolló en los meses de febrero y noviembre del 2005.

El estudio fue separado en dos periodos de evaluación. El primer periodo correspondió al proceso de preparación del ganado, donde los animales fueron confinados (aislados) sin alimento durante 24 horas. La noche anterior a la evaluación del estudio, los animales fueron conducidos a las parcelas experimentales para el proceso de familiarización con los forrajes. Cada uno de los animales fue encerrado en cada parcela experimental por 30 minutos. El segundo periodo corresponde a la evaluación de preferencia, se utilizó el método de evaluación por escaneo instantáneo (Altman, 1974). El escaneo instantáneo consistió en la observación directa y el conteo del ramoneo hecho en los pastos y arbustos por cada uno de los ganados.

Esta evaluación fue subdividida en la observación de grupos: grupo de vacunos y grupo de ovinos y dentro de cada grupo cada animal fue evaluado

individualmente en las parcelas de estudio de pastos y arbustos. Las actividades que se registraron fueron: pastar, caminar, y rumiarse. Con el propósito de familiarizar a los animales con los pastos y arbustos la evaluación fue retardada entre 10 a 15 minutos. El horario de evaluación matutina fue de 10:00 a 12:00 am y el vespertino de 3:00 a 5:00pm durante dos días por cada localidad.

Un día después de iniciada las evaluaciones se observó que tanto vacas como ovejas prefirieron el pasto y rechazaron totalmente los arbustos, de manera que se determinó no continuar la evaluación de los arbustos. Durante el experimento del verano, los datos se recopilaron en periodos de 60 minutos por la mañana y por la tarde durante dos días en ambos lugares de experimentación. El mismo lapso de tiempo se utilizó para vacas y ovejas. Se observó primeramente a las vacas en Letanías (23 y 24 de Febrero, 2005), luego en Tiahuanaco (28 de Febrero y 1 de Marzo, 2005) usando los mismos animales en los dos lugares. Las ovejas se observaron en Letanías (25 y 26 de Febrero, 2005) y luego en Tiahuanaco (2 y 3 de Marzo, 2005). Durante el experimento de invierno, los animales fueron solamente observados en Letanías ya que no había diferencias importantes en el lugar. Se observó a las vacas el 23 y 24 de Noviembre y a las ovejas el 25-26 de Noviembre. Se dejó que los animales se familiarizaran por 5-10 minutos, antes de cada período de 60 minutos de recolección.

Análisis de datos

Todos los datos se analizaron utilizando SAS Proc Mixed (SAS Inst, 1999). Las vacas y las ovejas se analizaron por separado. El tipo de ganado y la

Tabla 3. El análisis de Nutrientes presentes en el suelo fue determinado para dos localidades de Bolivia: Tiahuanaco y Letanías durante el periodo Junio del 2003. El análisis en el laboratorio de suelos de la Universidad de Brigham Young en los Estados Unidos (Fugal, 2006)

Lugar	pH	%CaCO ₃	CECa	total N ^b	P ^b	K-av ^b	%OM	EC ^c
Tiahuanaco	7.1	2.4	27.0	74.9	0.440	2.62	1.82	0.082
Letanias	6.7	0.1	14.9	46.3	1.464	13.50	1.88	0.055

^a Capacidad de intercambio de cationes cmol/kg

^b Valores expresados en M

^c Conductividad Eléctrica en in Siemens/metro (S/m)

localidad se designaron como efectos al azar. A las especies vegetales y a las temporadas se les designó como efectos fijos. Se llevaron a cabo las pruebas de conformidad a las suposiciones del análisis de varianza. Los datos de la prueba de ecografía, expresados en porcentajes, resultaron ser anormales. Para adaptarse a esto, se utilizó una transformación de raíz cuadrada de arcsin. El procedimiento Tukey-Kramer se utilizó para la separación de la media. Los grupos de letra se determinaron utilizando un programa SAS que se describe por Saxton (1998).

RESULTADOS

Aceptabilidad de los pastos

Ganado vacuno: No hubo diferencias significativas entre las pruebas del verano e invierno ($p > 0.05$). Las diferencias entre los pastos fueron significativas ($p < 0.01$). El pasto agropiro pubescente fue el más preferido, 17% del tiempo; el pasto de pradera (9%) y el pasto agropiro cresta (5%) fue el menos preferido (Figura 3).

Ganado ovino: Las especies de pastos y la interacción de las estaciones fue de gran significancia ($p < 0.01$). Durante el verano, el pasto agropiro pubescente (24%) y el pasto de pradera (21%) fueron los más preferidos; el pasto llorón (1%) fue el menos preferido (Figura 4). Durante el invierno, la preferencia por el pasto agropiro pubescente disminuyó de manera considerable a 13% y la preferencia para el pasto agropiro cresta también disminuyó en gran manera a 6%, comparado con el verano que fue de 16%. La preferencia por los otros pastos no tuvo un cambio importante (Figura 4). El pasto llorón fue claramente el menos preferido en ambas temporadas.

Aceptabilidad de arbustos

Al Segundo día de experimentación se observe el total rechazo de las especies arbustivas por ambos tipos de animales. Tanto ovinos como vacunos prefirieron ramonear las pocas plantas nativas presentes alrededor del lugar de experimentación o prefirieron no comer nada durante el tiempo de observación. Por la limitación de tiempo y recursos económicos se detuvo la experimentación de palatabilidad de arbustos en ganado vacuno y ovino.

Figura 3. Temperaturas mensuales de enero-diciembre 2005 registradas en Letanías, Bolivia. Faltan los días 124-311 debido a malfuncionamiento del equipo.

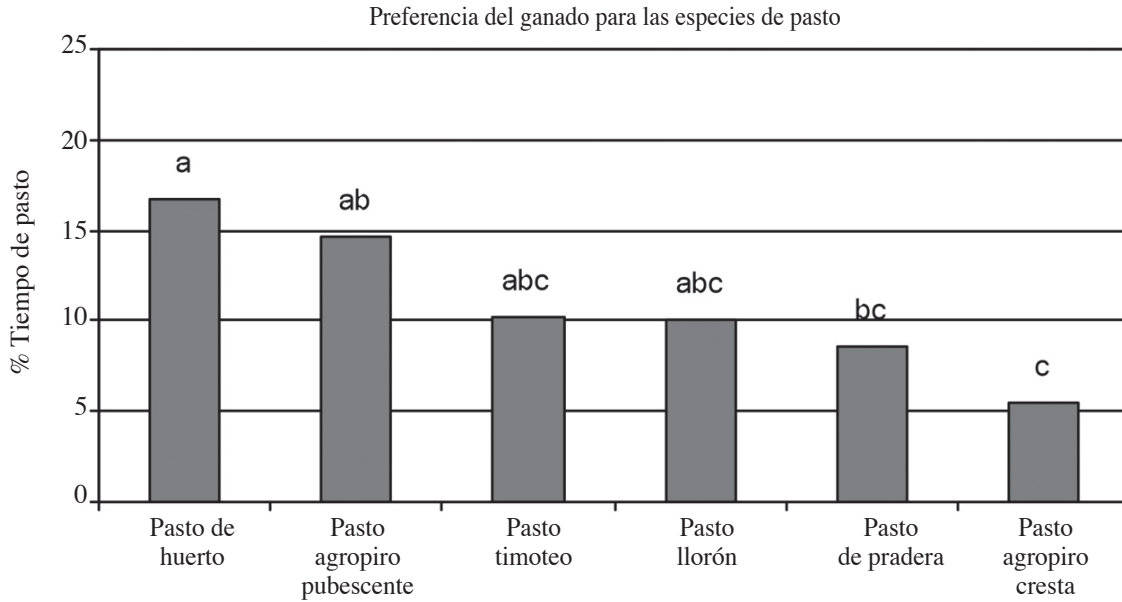
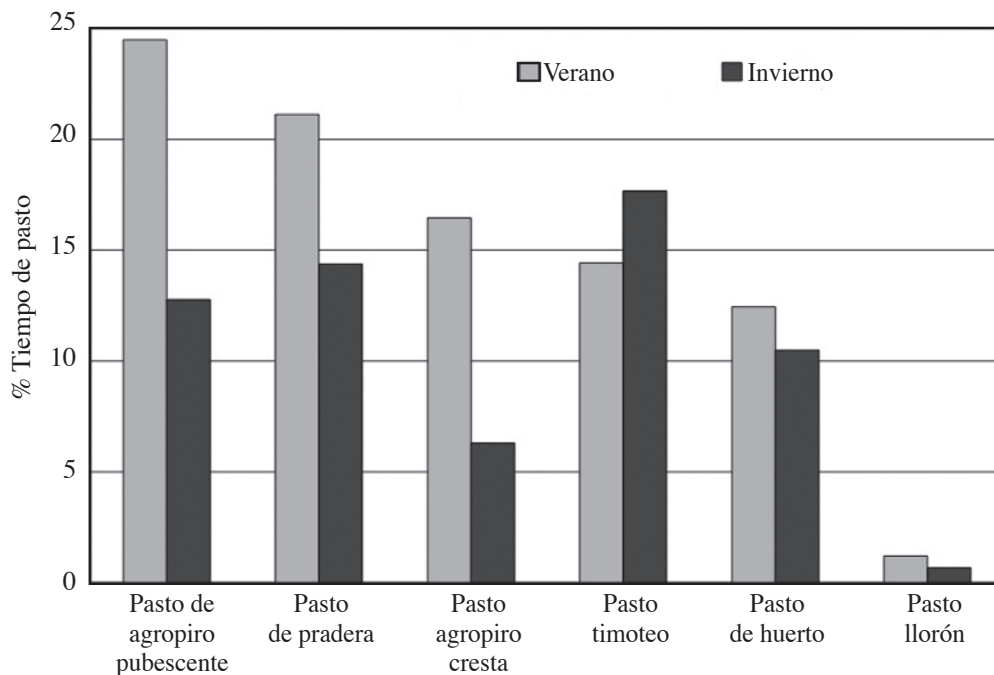


Figura 4. La preferencia de las ovejas de seis especies de pastos nativos del Altiplano Boliviano se comparó con las pruebas del verano (febrero 2005) y el invierno (noviembre 2005). La interacción entre las especies de pastos y la estación fue significativa $p < 0.01$ (Verano SEM 1.2%, Invierno SEM 2%).



DISCUSIÓN

Aceptación de pastos y arbustos

Los ovinos y vacunos durante este estudio de investigación no tuvieron una preferencia exclusiva por los pastos introducidos, probablemente debido a factores externos como color de la planta, sequedad de tallos y hojas, cambio de sabor y olor de la planta, producción de hormonas de protección, etc. Los pastos nativos a su vez son más palatables, disponibles y familiar para los animales en los lugares de evaluación en el Altiplano.

De acuerdo al NRC (2007) el requerimiento de mantenimiento de una vaca de 500kg es 43 Mcal de energía y 2.4 kg de proteína, por lo cual requiere de 15 kg de materia seca. Los corderos necesitan una ración que contenga entre 15 a 18% de proteína por lo cual normalmente estos animales comerán un porcentaje de peso vivo entre 3 a 4%. Algunos pastos en este estudio tienen la proteína necesaria para completar el requerimiento nutricional, mientras las otras especies no. La alta cantidad de proteína que se encuentra en las hojas verdes a la base de las plantas introducidas con una baja concentración de proteínas en general en este estudio puede proveer la suficiente cantidad de proteína al ganado vacuno y ovino durante la época seca/fría.

Pastos

Las vacas fueron menos selectivas entre las especies de pastos evaluados en comparación con las ovejas, además las preferencias por los pastos no tuvieron una diferencia significativa durante invierno y verano. El pasto híbrido fue el menos preferido pero fue consumido al menos un

5% durante la investigación. El pasto llorón fue consumido 10% durante investigación que es mucho más alto que el porcentaje consumido por las ovejas (1% durante la investigación), este análisis fue comparado con el porcentaje de pasto consumido por las llamas que fue de 1% a 2% durante la investigación (Fugal, 2006). Estas diferencias tal vez se deba tal vez a que las vacas no pueden ser selectivas debido a que estas necesitan grandes cantidades de energía y proteína. Además, debido a la anatomía de la estructura bucal de las vacas y ovejas, las vacas son menos selectivas debido a que estas son menos afectadas por la fuerza de resistencia los pastos en comparación con las ovejas.

La preferencia de las ovejas por los pastos es más significativa en comparación con las vacas. Además, estas preferencias cambian entre la temporada de invierno y verano. La preferencia de el pasto agropiro pubescente y pasto híbrido fueron los más preferidos durante la el verano pero significativamente bajo durante el invierno. Esto es probablemente debido al cambio en la concentración de nutrientes en los pastos por el cambio de clima. Para determinar si esta hipótesis es válida, será necesario el análisis nutricional de estos pastos durante una futura investigación. El pasto llorón fue evitado durante ambas estaciones por las ovejas, esto fue debido probablemente a su alto contenido de NFD y ADF, además de su gran resistencia al corte.

Arbustos

Los arbustos utilizados durante la investigación fueron rechazadas totalmente por las ovejas y las vacas. Aunque estos arbustos en los Estados Unidos se consideran altamente nutritivos y preferi-

dos por las ovejas, vacas y llamas; los animales del altiplano aparentemente no están acostumbrados a comer estos arbustos por lo que estos animales lo consideran desconocidos en su dieta. Además, estos arbustos no son preferidos por los animales debido a que en el altiplano existen otras especies vegetales más apetecibles. Otro posible factor que posiblemente contribuyó el rechazo de los arbustos es debido a la selectividad de alimentación por ambos tipos de animales además que estos son capaces de obtener suficiente proteína de los pastos. Estudios realizados en estas especies durante la estación seca, indican que el contenido de proteína en pastos cultivados en los Estados Unidos se encuentra en un rango de 2.1% a 4.4% (Jensen et al., 2002). Contrariamente, estas mismas especies cultivadas en el altiplano y evaluadas durante la estación seca contienen entre 5% a 9.7% de proteína (Fugal., 2006). Los animales pueden ser selectivos por pastos y arbustos altamente nutritivos que es disponible en promedio (Howery et al., 2001; Ramirez-Perez, 2000). ZoBell et al. (2003) encontró que el porcentaje de proteína en la mezcla del forraje kolchia y pasto híbrido fue inadecuado para la fermentación, pero esta dieta fue adecuada para las vacas por que los animales ganaron peso en vivo y su condición fue mejorada. La alta cantidad de proteína encontrada en las ramas verdes en la base de los pastos en estudio podría ser que generen suficiente nitrógeno para los animales durante la estación seca. De hecho, los pastos en el altiplano permanecen verdes solamente a la base de la planta durante la estación seca, esto explicaría por qué durante la temporada seca los animales son generalmente alimentados en campo abierto (Bryant and Farfan, 1984; Reiner and Bryant, 1986).

Familiarización de pastos y arbustos

El tiempo requerido para la familiarización forraje surtido toma entre 5 minutos a 2 semanas (Provenza et al., 1995; Burritt y Provenza, 1997). El período de tiempo familiarización requerido para que los animales (ovinos y vacunos) aceptaran los arbustos fue de 30 minutos. Aparentemente se requiere un periodo más largo tiempo para que los animales aceptaran los pastos y arbustos o los arbustos debido a la aclimatación y adaptación produjeron fitohormonas lo cual hizo que los animales rechacen estos totalmente. La restricción del alimento no indujo a que los animales probasen los arbustos, una respuesta parecida notada por Provenza et al., (1995) para la aceptación de arvejas (*Pisum sativum* L.) por las ovejas.

Aunque el ganado vacuno en los Estados Unidos ha encontrado que estos arbustos son muy apetecibles y nutritivos, contrariamente los animales del Altiplano aparentemente no están familiarizados con los arbustos por lo tanto los arbustos fueron rechazado. Probablemente se requiere más tiempo para enseñar a los animales a que acepten los arbustos introducidos comenzando tal vez al a temprana edad su familiarización con los arbustos. No obstante, como los animales sociales están muy influenciados por los demás animales concernientes la selección de la dieta (Provenza, et al., 1992), una vez que algunos animales hayan aceptado los arbustos, puede que otros los sigan.

Otro factor posible que contribuye a la acción de eludir el consumo de los arbustos es quizás por la alimentación selectiva de los pastos con suficiente proteína que los animales son capaces de obtener. El contenido de proteína de la tempora-

da seca de los mismos forrajes de las especies de pastos plantados en el norte de Utah, variaron de 2.1%- 4.4% CP (Jensen et al., 2002), mientras los pastos del Altiplano oscilaron entre 5%-9.7% CP (Fugal, 2006). Los animales pueden seleccionar un contenido de promedio de nutrientes aún más alto que lo disponible. (Howery et al. 2001 y Ramirez-Perez 2000). ZoBell et al. (2003) encontró que aunque el porcentaje de proteína en un forraje de una mezcla de pasto kochia/ agropiro cresta la mezcla fue inadecuado para la fermentación; la dieta seleccionada por las vacas fue adecuada y los animales consiguieron la condición corporal y grasa en el lomo. Durante la temporada seca, la proteína alta encontrada en el tejido verde de la base de las plantas de pasto en este estudio puede proporcionar cantidades suficientes de nitrógeno a los animales. El hecho de que los pastos del Altiplano permanecen parcialmente verdes, puede explicar en parte por qué el ganado vacuno del Altiplano típicamente padece durante la temporada fresca (Bryant Y Farfan, 1984; Reiner Y Bryant, 1986).

CONCLUSIONES

Esta investigación ha demostrado que los pastos y arbustos introducidos se adaptan perfectamente a la zona altiplánica, por lo tanto tiene un potencial que pueden ser utilizados como forrajes y pasturas de sostenibilidad. La zona Altiplánica de Bolivia tiene un clima agreste, además los campesinos tienen una baja disponibilidad de recursos económicos para una crianza adecuada de ganado.

Estas características hacen que estos pastos y arbustos perennes introducidos sean ideales para la

crianza de animales en esta zona. Además, estos pastos y arbustos introducidos contienen un alto nivel proteínico y energético con una gran capacidad de producir una abundante biomasa lo cual es una excelente cualidad de planta que pueden dar a los animales con una adecuada nutrición durante las temporadas frías-secas. Aunque los arbustos no fueron bien aceptados por los animales, este estudio y la investigación realizada por Fugal et al. (2006) han demostrado que animales pueden adaptarse fácilmente a los pastos introducidos. Otros estudios de evaluación de aceptación y palatabilidad los arbustos introducidos por los animales en otras partes del altiplano y los Estados Unidos indican que los animales necesitan un tiempo de familiarización de plantas introducidas más largo, probablemente esto pueda ayudar a que el animal acepte la nueva especie en su dieta regular. Además, si los animales aceptan estas plantas introducidas en su dieta regular, estos pastos y arbustos serían de un gran valor económico en la zona altiplánica de Bolivia. Además la introducción de nuevas especies de pastos y arbustos para reserva en comparación con otros métodos tradicionales de reserva en pastos no mejorados en tierras privadas, muestra una mayor ventaja que puede ser una opción factible bajo las condiciones socio-económicas y culturales en el Altiplano Boliviano ya que estos podrían proveer a los animales los nutrientes suficientes para una nutrición adecuada y balanceada. Además se requieren hacer investigaciones adicionales para enseñar al ganado (vacuno y ovino) en un periodo más largo o utilizando animales jóvenes a aceptar los pastos y arbusto.

RECONOCIMIENTOS

La investigación fue patrocinada por el Instituto Benson para la Agricultura y la Alimentación (Benson Agriculture and Food Institute).

REFERENCIAS

- Altman, J. 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behavior* 49:227-267.
- Bryant, F.C., and R.D. Farfan. 1984. Dry season forage selection by alpaca *Lama pacos* in southern Peru. *Journal of Range Management* 37:330-333.
- Burritt, E. A., and F.D. Provenza. 1997. Effect of an unfamiliar location on the consumption of novel and familiar foods by sheep. *Applied Animal Behavioral Science* 54:317-325.
- Buttolph, L.P., and D.L. Coppock. 2001. Project alpaca: Intensified alpaca production leads to privatization of key grazing resources in Bolivia. *Rangelands* 23:10-13.
- Buttolph, L.P., and D.L. Coppock. 2004. Influence of deferred grazing on vegetation dynamics and livestock productivity in an Andean pastoral system. *Journal of Applied Ecology* 41:664-674.
- Genin, D. 1994. Sistemas de crianza extensiva en el altiplano boliviano. In *Convenio sistemas de cultivo en la region Cochabamba*. *Revista de Agricultura* 50(24):23-29.
- Davis, A. M. 1979. Forage quality of prostrate *Kochia prostrata*, a shrub native to Asia compared with three browse species *Ceratoides lanata*, *Atriplex verrucifera*, *Atriplex canescens*. *Agronomy Journal* 71:822:824.
- Fugal, R.A. 2006. Evaluation of forage production, camelid acceptability, and nutrition of grasses and shrubs introduced for dry season supplementation on the Bolivian Altiplano. Masters thesis. Brigham Young University Provo, Utah
- Genin, D., P. Abasto, S. Choque, and j. Magne. 2002. Dung ash treatment of a native forage to improve livestock feeding in low-input Andean pastoral systems. *Livestock Research for Rural Development* 14:1-7.
- Howery, L.D., F.D. Provenza, and G.B. Ruyle. 2001. How do domestic herbivores select nutritious diets on rangelands? University of Arizona Cooperative Extension Service Publication 1023. University of Arizona Cooperative Extension Service, Tuscon, Arizona, USA.
- Jensen, K.B., D.A. Johnson, K.H. Asay, and K.C. Olson. 2002. Seasonal-accumulated growth and forage quality of range grasses for fall and winter grazing. *Canadian Journal of Plant Science* 82:329-336.
- Johnston, J., and C., Wand. 1999. Stockpiling perennial forages for fall and winter grazing. Ministry of Agriculture and Food, Ontario, Canada.
- Memmott, K.L. 1995. Seasonal dynamics of forage shrub nutrients and seasonal grazing impact on cryptogamic crusts. Masters thesis. Brigham Young University. Provo, Utah.
- Provenza, F. D., J. A. Pfister, and C.D. Cheney. 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivore. *Journal of Range Management* 45:36-45.
- Provenza, F. D., J. J. Lynch, and C. D. Cheney. 1995. Effects of a flavor and food restriction on

- the response of sheep to novel foods. *Applied Animal Behavioral Science* 43:83-93.
- Ramirez-Perez, A. H., S. E. Buntinx, C. Tapia-Rodriguez, and R. Rosiles. 2000. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep: estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Research* 37:223-229.
- Reiner, R. J. and F. C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutrition quality of alpaca diets in two Andean rangeland communities. *Journal of Range Management* 39:424-427.
- SAS Inst. 1999. SAS/STAT user's guide, release 8.0. Cary, North Carolina.
- Saxton, A. M. 1998. A macro for converting mean separation output to letter groupings in Proc Mixed. In: Proc. 23rd SAS Users Group Intl. Cary, NC: SAS Institute. P. 1243-1246.
- ZoBell, D. R., B. L. Waldron, K. C. Olson, R. D. Harrison, and H. Jensen. 2003. Forage kochia for fall/winter grazing. Utah State University and USDA-ARS, Logan, UT.