

Calidad y aprovechamiento de la totora (*Schenoplectus tatora*) en la ganadería altiplánica

Flores Francisco

Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto

E-mail de contacto: franc_zoot@hotmail.com

Resumen. La población aymara campesina, que vive alrededor del Lago Titicaca, tiene diversificada su actividad agropecuaria, orientada en su mayoría, a la producción de bovinos criollos y mejorados. La base alimenticia es el forraje introducido, la pradera nativa y se complementa con la totora; esta última es una ciperácea que es aprovechada no siempre de forma eficiente. Esta especie posee propiedades nutricionales que incrementan la producción láctea. El estudio se enfoca en la localidad de Chojasivi (provincia Los Andes) y Achacachi (provincia Omasuyos), entre otras localidades, en el departamento de La Paz. La dispersión de esta especie abarca desde el Sur al Norte del Lago Titicaca. Su producción y rendimiento, depende de las diferentes profundidades del agua donde crece, el tipo de suelos o la pendiente de los mismos. Por todo lo indicado, el objetivo de la presente investigación fue determinar la “calidad y aprovechamiento de la totora, en la producción ganadera altiplánica”, inherentes a sus características, rendimiento, composición nutricional, consumo por parte de ganado bovino, efectos positivos en su crecimiento y producción de leche y las nuevas perspectivas de industrializarla, como alimento balanceado para otras especies animales. Se concluye indicando que la totora es una especie prodigiosa en la alimentación bovina y que aporta en la economía de las familias campesinas de habitan la región circunlacustre del Lago Titicaca.

Palabras clave: Forrajes acuáticos; Valor nutritivo; Ecosistema lacustre

Introducción

La totora es un recurso renovable que crece en las riberas de lagos y ríos de la cuenca del Altiplano boliviano y es aprovechada por los pobladores con fines alimenticios para sus animales. También es utilizada como material artesanal para la fabricación de balsas y también en los techos de sus viviendas.

Los totorales son un importante refugio para los animales que viven en ellos, especialmente para las aves acuáticas que han hecho del totoral, su hábitat natural donde anidan para su reproducción. Por otra parte, los totorales cumplen la función de purificar el agua, mejorando la calidad de la misma, hasta alcanzar nive-

les de “pureza” equivalente a aguas aptas para riego y para su potabilización.

La totora se constituye en un recurso forrajero acuático de mayor uso para la alimentación del bovino lechero y debido a su fácil disponibilidad, durante la mayor parte del año, las regiones donde abunda esta especie, presentan condiciones óptimas para desarrollar la ganadería lechera.

Las balsas construidas con totora, son utilizadas como medios de transporte, para actividades de pesca y la extracción de la propia totora para su comercialización. Mientras que el “sixi” sirve como colchones, para proteger y almacenar alimentos como papas y cereales.

Por lo antes indicado, se ha realizado varios trabajos inherentes a la totora por lo que el objetivo planteado es evaluar la calidad y conocer el aprovechamiento de la totora (*Schenoplectus tatora*), en la producción ganadera altiplánica.

La totora, taxonómicamente, se clasifica como sigue (PELT - ADESU 2001):

- División: Fanerógamas
- Subdivisión: Angiospermas
- Clase: Monocotiledóneas
- Super orden: Glumiflorales
- Orden: Cyperales
- Familia: Cyperaceas
- Género: *Schoenoplectus*
- Especie: *Tatora*

La totora tiene una parte de tallo fuera del agua (tallo aéreo) y la otra parte sumergida, el sustrato de fondo son tallos subterráneos o enteramente sumergidos en el agua. El tallo aéreo puede alcanzar alturas de 2 a 4 m y presentan clorofila; está formado por un tejido esponjoso que en su interior contiene aire, hecho que favorece el flotamiento. Los tallos aéreos nacen de la parte superior del rizoma, en forma de un cilindro de poco espesor, es de forma circular y algunas veces triangular en la parte superior y apical.

El tallo, en la parte basal, tiene una coloración blanquecina, llamada “*chhullu*”, debido principalmente a que allí no inciden los rayos solares, llegando a almacenar disacáridos que dan sabor dulce y agradable a los tejidos de esta planta. El tallo subterráneo es un verdadero rizoma, donde se observa una corteza blanca sin

clorofila y un cilindro central con muchos haces libero leñosos.

Su crecimiento es horizontal y paralelo al sustrato, distinguiéndose por tener yemas en la parte superior que es donde se originan los tallos aéreos. En la parte inferior se encuentran las raíces adventicias, formando rizomas que llegan a entrecruzarse, pudiendo alcanzar de 0,50 m hasta 0,70 m, dependiendo de la edad del total.

En los rizomas, también denominados tallos subterráneos, su crecimiento es horizontal y paralelo al suelo; contienen nutrientes de reserva que les permite sobrevivir en periodos críticos, y cuando inicia los periodos de lluvias, las partes de las yemas superiores dan origen a nuevos tallos aéreos y por la parte inferior se inicia el crecimiento de las raíces adventicias.

El rizoma maduro presenta una coloración café marrón brillante, por poseer una capa lignificada, como corteza de color blanco y un cilindro central donde se encuentran muchos haces libero leñosos, dispuestos en círculo concéntrico. En cuanto envejece, toma una coloración marrón oscura, acumulando gran cantidad de reservas.

El rizoma tierno tiene una coloración blanquecina, llamado “*saq'a*”. Tiene los tejidos vegetales de un rizoma adulto, pero no presenta coloración, además que no acumula sustancias de reserva. Este rizoma es consumido por el humano conteniendo altos niveles de yodo.

El rizoma del ápice es la parte del tallo subterráneo que no tiene raíces adventicias, siendo su tejido meristemático, de una coloración mayormente blanquecina.

Las raíces, por su origen, son adventicias, de forma fibrosa y no desarrollan pelos radicales. Tienen su origen en el tallo subterráneo o rizomas maduros o jóvenes; son relativamente delgados y entremezclados, dando anclaje en la tierra fangosa. Su crecimiento se da en forma paralela a la superficie del suelo y el diámetro de cada raíz es variable, de acuerdo a la edad de la totora.

La inflorescencia es del tipo umbela. Se caracteriza porque las primeras ramificación dan lugar a otras umbelas pequeñas y la umbelilla dispuesta en sus ejes terminales, tiene un número variable de flores, en el que cada eje terminal está cubierto de una bráctea escamosa de color café oscuro, de 3 a 5 mm de longitud. La flor está rodeada por un conjunto de hojas pequeñas transformadas, que rodean a los verticilos fértiles de las flores que carecen de sépalos y pétalos. El perigonio es tetrámero actinomorfo, el androceo está dispuesto en dos verticilos y las escamas carecen de las glumillas, propias de las gramináceas (PELT - ADESU 2001).

Carreón (1972), indica que las cualidades digestibles de la totora en alpacas son:

- Proteína digestible 4.1%
- Grasa digerible 2.5%
- Fibra 13.4%
- Extracto no nitrogenado: 16.1%
- Nutrientes digestibles totales: 36.1%

mientras que en ganado ovino reporta los siguientes datos:

- Proteína digestible: 5.6%
- Grasa digerible: 3.2%

Fibra 13.6%

Extracto no nitrogenado: 26.0%

Nutrientes digestibles totales: 48.0%

Olaguibel (1989), evaluando la digestibilidad *in vivo* de la totora, determinó un valor de 39.08%.

Materiales y métodos

El lago Titicaca ocupa la parte septentrional del altiplano. Se encuentra a una altura de 3809 msnm y su profundidad es 228,5 m (máximo). Por su extensión, es considerado el lago navegable más alto del Mundo. Sus aguas son compartidas entre los países de Bolivia y Perú, y tiene por coordenadas extremas 14°09' y 17°08' de latitud Sur y 68°03' y 71°01' de longitud Oeste.

La localidad de Chojasivi y comunidades aledañas, se caracterizan por realizar la cría de ganado bovino lechero y otras especies a escala familiar, reportándose una cantidad aproximada de 3500 cabezas.

La alimentación de este ganado se basa en pasturas naturales y forrajes como cebada y avena, complementadas con totora, la cual se utiliza como alimento suplementario del ganado bovino, para lo cual se realizan cortes dos a tres veces por año. Con esta especie se ha realizado distintas investigaciones desde hace varios años, pese a que los cambios climáticos influenciaron en el descenso de del espejo de agua.

Los bovinos de la región son criollos y en menor cantidad mestizos Holstein y Pardo Suizo. El ganado ovino y porcino es de menor importancia. El hato promedio por familia varía mucho en las comuni-

dades circunlacustres, oscilando su número entre 3 a 7 cabezas de bovino, 0 a 5 ovinos, 2 a 5 cerdos, 2 a 8 aves y 7 a 15 cuyes.

Densidad y altura. Para determinar la población de la totora, se muestreo en un m² (método del cuadrante), registrando el número de hojas aéreas presentes y complementadas con la altura de tallos. La evaluación de la totora se realizó en cuatro diferentes profundidades de agua:

- a) 0 cm de agua
- b) 20 a 60 cm
- c) 61 a 120 cm
- d) mayores de 121 cm

También se realizaron visitas a diferentes regiones de la región circunlacustre del lago Titicaca, a fin de recabar información sobre el aprovechamiento de la totora. Las localidades visitadas fueron:

- Huacullani-Taraco – Chojasivi.
- Batallas - Puerto Perez.
- Desaguadero - Guaqui - Chivo - Jiwahui Grande.
- Achacachi – Ancoraimes.
- Puerto Carabuco.
- San Pedro y San Pablo de Tiquina.
- Tito Yupanqui.
- Copacabana–Casani.

En las comunidades mencionadas anteriormente, existe mayor o menor producción de totora, otros con mayor o menor aptitud ganadera, La variación está en función de la pendiente de las orillas, el

suelo, su tipo textural y por la presencia de corrientes de viento.

Consumo de materia seca. Se tonaron varias vacas al azar, determinado su peso, a las cuales se ofertó totora tal cual es cosechada (verde); previamente la totora fue pesada al inicio y al final, determinando su consumo, el cual varía dependiendo de la terneza del forraje y la oferta de otros alimentos.

Composición bromatológica de la totora. Se tomaron muestras de la región intermedia de los totorales de Chojasivi (un metro de profundidad aproximadamente) Fenológicamente, la muestra se tomó cuando esta fue finalizando la floración. Una vez tomadas las muestras, se enviaron a laboratorios de INLASA, para la determinación del valor nutricional de la totora.

Efecto de la totora en la producción de leche bovina. De forma preliminar, se tomó muestras de 20 vacas mestizo pardo de 2do. y 3er. parto, las cuales fueron enviados a laboratorios de INLASA, para determinar el efecto sobre los nutrientes, para, de esta manera, conocer la contribución nutritiva de la especie estudiada.

Industrialización de la totora. Conociendo la utilidad de la totora, además del no empleo de su totalidad, se hicieron pruebas iniciales de su industrialización.

Contribución de la totora al ecosistema lacustre. Se analizó la importancia de la biodiversidad que existe en este ecosistema, conocimiento la opinión de las familias que lo aprovechan. En base a ello, se enunciaron algunas contribuciones de la totora.

Resultados y discusión

Densidad y altura

La densidad de hojas y altura de las mismas, se muestran en el Cuadro 1.

En función a la profundidad existe variación de la densidad de totora como también en cuanto a la altura y grosor de tallos. Las totoras que se desarrollan en-

tre 61 a 120 cm, tienen la mejor altura y densidad, con 232 cm y 335 hojas; mientras más profunda es el agua, la producción o desarrollo de la totora se reduce a cero, tal como se evidencia en todas las regiones donde crece esta especie vegetal. Cuando se menciona suelo seco, necesariamente es próximo a la orilla o donde existió agua, por lo que su desarrollo es menor.

Cuadro 1. Altura de hojas y densidad de la totora a diferentes niveles de profundidad

Profundidad							
Suelo seco		20 a 60 cm		61 a 120 cm		> 121 cm	
Hojas por m ²	Altura hojas						
144	82 cm	296 cm	197 cm	335 cm	232 cm	132 cm	72 cm

Biomasa vegetal

La biomasa seca estimada anual, en Chojasivi, es de 5.1 t/ha. La biomasa para el Lago Menor fue estimada en 100.000 toneladas con una producción anual de 2.9 t/ha. Estas cantidades son aproximadas en el tiempo, porque varían en función a la presencia de agua, siembra, o algún mal manejo.

Consumo de materia seca

La totora tiene mejor aceptación cuando está en el estado fenológico de floración, con 6.5 kg de materia seca (MS) de consumo; en este momento es cuando alcanza su máximo desarrollo en altura y peso en materia verde.

Las plantas más jóvenes son más apetecibles y mientras más edad tiene la totora, disminuye su consumo (Cuadro 2).

En tiempos de escasez de forraje verde, el animal puede consumir totora así esté

completamente seca. Pareciera existir un efecto que provoca saciedad aunque ya no tenga un valor nutritivo expectable.

Cuadro 2. Tendencia del consumo de totora en función a su estado fenológico

Estado fenológico	% de consumo en materia seca
Floración	6.5
Maduro	4.0
Seco	3.0

Composición bromatológica de la totora

La composición nutricional de la totora, se muestra en el Cuadro 3. Es evidente que estos resultados, muestran a la totora como un alimento casi completo, por lo tanto su aporte nutritivo, acompañado de su aceptación o palatabilidad, son muy determinantes para que se expresen sus beneficios, en la producción de leche.

Cuadro 3. Composición bromatológica de la totora

Nutriente	Concentración
Materia seca	96.72 %
Proteína cruda	8.5 %
Grasa	3.3 %
Fibra cruda	18.01 %
Cenizas	6.73 %
Fósforo	0.34 %
Calcio	0.17 %
Potasio	0.11 %
Energía neta metabolizable	2.21 Mcal/kg

Fuente: Mendoza 2017 (INLASA).

La totora en la producción de leche bovina

En la Figura 1 se observa que la producción lechera es mayor, mientras más se incrementa la proporción de totora, esto evidencia el aporte de los nutrientes de la totora, en la síntesis de leche.

Para su consumo, la totora fue picada en estado de heno para poder mezclar con otros alimentos. Se tiene evidencias que en estado verde tiene mejor efecto en el incremento de leche (Palma 2016; Villca 2017).

Industrialización de la totora

Mendoza M. (2017), industrializó la totora para elaborar alimentos balanceados y/o pelletizados, demostrando aceptación positiva en el consumo de los insumos, evaluando los mismos en el engorde de conejos.

Contribución de la totora al ecosistema lacustre

De manera general, se puede considerar los siguientes aspectos que resaltan la contribución de la totora, a todo el ecosistema donde se desarrolla:

- La totora verde es importante en la producción de leche bovina.
- La totora seca es empleada en la elaboración de objetos manufacturados o artesanales.
- La totora y otras especies contribuyen a la productividad del lago, como en la reproducción de numerosos peces y aves.
- Mejoran el valor ecológico y estético del Lago Titicaca.
- Protegen las orillas y las embarcaciones de los pescadores de la acción de las olas.

Conclusiones

- La totora juega un rol importante en la alimentación de los bovinos, aportando nutrientes para que expresen una mayor producción de leche.
- Los excedentes de la totora, pueden ser industrializados, evitando su quema, de tal forma de ayudar al medio ambiente.
- La totora coadyuva de manera determinante en la economía de las familias campesinas aymaras que la aprovechan.

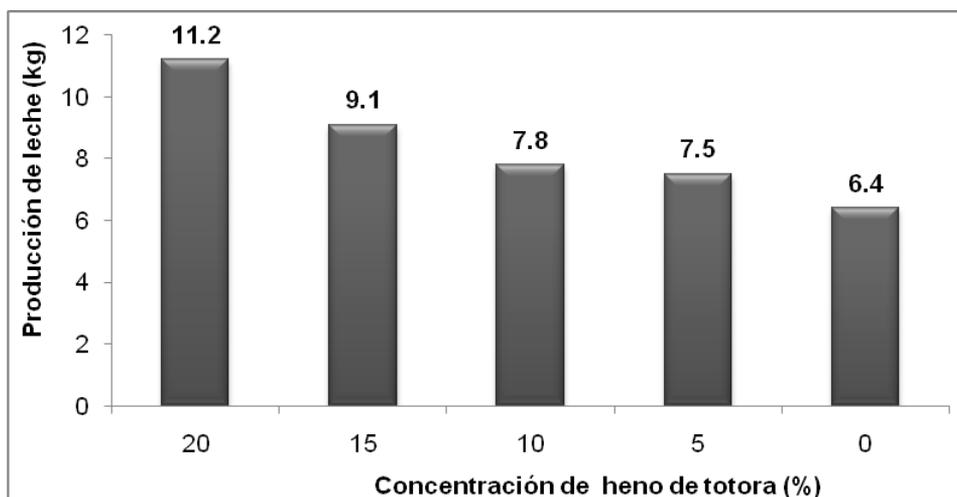


Figura 1. Producción de leche como efecto de la alimentación con distintas proporciones de totora

Referencias citadas

- Carreón Z. 1972. Digestibilidad de materia seca de diferentes partes de totora a diferentes profundidades. Tesis de grado. Ingeniería agronómica. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 60 p.
- Mendoza M. 2017. Efecto de la suplementación de pellets de totora en el engorde de conejos. Tesis de grado. Universidad Pública de El Alto. Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. La Paz, Bolivia. 46 p.
- Palma V. 2016. Efecto de tipos de raciones a base de totora sobre la producción de leche bovina en Acha-cachi. Tesis de grado. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Católica Boliviana. La Paz, Bolivia. 49 p.
- PELT - ADESU. 2001. Programa de capacitación sobre el manejo de la totora. Proyecto 21.03 "Técnicas de reimplante de totora". Puno, Perú. 4 p.
- Villca R. 2017. Efecto de tipos de raciones a base de totora sobre la composición de la leche bovina en Achacachi. Tesis de grado. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Católica Boliviana. 62 p.

Determinación de la deposición de materia orgánica en suelos de una pradera nativa arbustal en Potosí

Marino Francisco

Investigador independiente

E-mail de contacto: marino_francisco@hotmail.com

Resumen. En la comunidad Alkatuyo, municipio Puna del departamento de Potosí, durante el mes de marzo de 2017, se determinó la deposición de estiércol y restos de material vegetal muerto, sobre el suelo de la pradera nativa con vegetación arbustiva *Tetraglochin cristatum*, *Baccharis boliviensis* y *Kentrothamnus weddellianus*. Se evaluó 60 unidades muestrales, cada una de 4 m² de área, en relieve topográfico montañoso dividiendo en pendientes menores a 10%, de 10-25% y mayor a 25%. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%. Los resultados revelaron que producto del pastoreo de ganado ovino y equino (principalmente asnos), se tiene depositado sobre el suelo, materia orgánica en un promedio de 15,61 kg/ha, en pendientes menores a 10%, 12,36 kg/ha en pendientes de 10-25% y 8,05 kg/ha en pendientes mayores a 25%, siendo erosionadas continuamente por agentes hídricos y eólicos. El análisis por tipo de materia orgánica, muestra que no hay diferencias significativas (0,093 “estiércol” y 0,054 “restos de material vegetal muerta”), mientras que para el total de materia orgánica, sí se detectó diferencia estadística significativa entre los relieves topográficos (0,029<0,05), la prueba de comparación establece 2 sub conjuntos homogéneos, diferenciados en pendientes mayor a 25% con la de 10-25% (0,271>0,05) y las pendientes de 10-25%, con la menor a 10% (0,473>0,05). Se concluyó que la materia orgánica depositada en el suelo está correlacionada con la topografía, presentándose mayor retención temporal en topografía plano ondulado, con pendientes menores a 10% y menor retención en topografías de laderas con pendiente mayor a 25%. El contenido de materia orgánica en el horizonte A, es menor en suelos de cima de monte, siendo mayor en los suelos de laderas.

Palabras clave: Erosión; Calidad de suelos; Vegetación nativa

Introducción

La materia orgánica es considerada como un factor clave de calidad de los suelos. Al respecto, Larsony Pierce (1991), citado por Miralles (2006), sugirieron que la materia orgánica es el indicador más importante de la calidad y la productividad de los suelos.

La materia orgánica favorece la infiltración del agua y la aireación del suelo, promueve la retención del agua, reduce la erosión y controla el destino de los pesti-

cidas aplicados (Gregorich *et al.* 1993; citado por Miralles 2006).

Actúa como un almacén de nutrientes de plantas y de carbono, que son liberados lentamente y ayuda a la solubilización de dichos nutrientes, a partir de minerales insolubles presentes en el suelo. El incremento de materia orgánica en los suelos, conduce además a una mayor y más variada población microbiana, incrementando, de este modo, el control biológico de enfermedades y plagas de la cobertura vegetal.

La materia orgánica influye además en la erosión hídrica y en la conservación de agua de los suelos (Stevenson 1994 citado por Millares 2006), así como en la estabilidad de los agregados del suelo (Tisdally Oades 1982, citado por Miralles, 2006).

Bajo la denominación de materia orgánica, se engloba tanto los restos orgánicos de plantas y animales, en distintas etapas de degradación, como los compuestos de síntesis microbiológica y/o química, y los cuerpos de microorganismos y pequeños animales, vivos o muertos, del suelo (Schnitzery Khan 1972, citado por Miralles 2006). Es decir los componentes orgánicos del suelo, proceden de la incorporación y acumulación en la estructura del suelo, de restos y residuos de plantas y animales, como las hojarascas, tallos, raíces de las plantas entre otros y estiércoles de ganado, dejados por los pastoreos en la pradera nativa.

No obstante y pese a la gran importancia de este indicador, existen pocos estudios profundos sobre las relaciones entre la incorporación natural, composición y tipo de materia orgánica.

Según Fassbender (1982) citado por Arguello 1991, el contenido de materia orgánica en los suelos es muy variable. Alcanza desde trazas en los suelos desérticos hasta un 90-50% en los turbosos. Los horizontes A de suelos explotados agrícolamente presentan, por lo general, valores entre 0.1 y 10% de materia orgánica, cuyo contenido decrece con la profundidad en el perfil del suelo.

Los contenidos de materia orgánica y nitrógeno de los suelos los determina en primera instancia, el clima y la vegetación y son afectados por otros factores locales como el relieve, el material paren-

tal, el tipo y la duración de la explotación de los suelos y algunas de sus características químicas, físicas y microbiológicas.

El problema del manejo de la pradera nativa es la baja producción y productividad, al respecto Whitford (1995) citado por Tacuna *et al.* (2015) indica que la degradación de los pastizales es evidenciada por el cambio detrimental de las características de la vegetación y la función hídrica, principalmente en términos de una reducción de la cobertura vegetal, la desaparición de las especies botánicas claves y la disminución de la materia orgánica, la tasa de infiltración y el estatus de humedad del suelo.

En el marco anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la deposición de materia orgánica en suelos de pradera nativa tipo arbustal xerofítico, teniendo por objetivos específicos la determinación de la deposición de estiércol de ganado en pastoreo y restos de material vegetal muerto y el establecimiento de contenido de materia orgánica en el horizonte A de los suelos, por análisis de laboratorio.

Se trabajó en topografías de montaña y clima de estepa con invierno seco, para contribuir al conocimiento del ciclo de la disposición natural y antrópica de la materia orgánica en el suelo.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la comunidad de Alkatuyo, municipio de Puna, provincia José María Linares de Potosí; comprende los cerros Huancarani, Quenajera Loma y Chaupi Loma, en perfil de 3380 a 3522 msnm de altitud, en un área caracterizada de pastoreo comunal. La zona se ubica a 53 km de la ciudad de Potosí.

El estudio se realizó en la gestión 2017, en el mes de marzo.

El lugar, de acuerdo a la clasificación de Navarro y Ferreira (2007), pertenece a la zona biogeográfica de vegetación, Puna de Cordilleras y Altiplano, dentro las unidades de mapeo de Cordillera Oriental Altiplano Centro-Sur, con clasificación de vegetación saxícola altimontana de la Puna y Altiplano xerofíticos.

Los tipos de pradera nativa que se encuentran son: arbustal de kanlli, arbustal de añahuaya, arbustal de tolcka, arbustal de pescko thola y arbustal de pajpara-ñaackachi con una cobertura vegetal de 56,91 a 65,13%, dominado por asociaciones de: *Tetraglochin cristatum* *Aristida adensionis*, *Adesmia miraflorensis* *Tetraglochin cristatum*, *Kentrothamnu weddellianus* - *Senna birostris*, *Baccharis boliviensis* - *Tetraglochin cristatum* y *Dasyphyllum hystrix* - *Berberis boliviana*.

La condición de las asociaciones vegetales es pobre para ovinos, con capacidad de carga de 1,37 a 2,77 Unidades Ovino.

Los suelos son superficiales y pedregosos, de texturas franco, franco arcilloso arenoso, franco arenoso y franco arcilloso, estos suelos tienen un pH de 7 a 8,3, una conductividad eléctrica de 0,093 a 0,335 milimhos/cm, capacidad de intercambio catiónico de 5,5 a 8,8 meq/100 g, con un contenido de fósforo de 0,5 a 2 ppm (Marino, 1996).

El área de estudio es utilizada para pastoreo comunal. Se ubica en una posición topográfica de montaña con cimas onduladas y laderas pronunciadas, el usufructo comunal por parte de la comunidad se desarrolla a través de rebaños de ovinos y

equinos, siendo la crianza de ganado, una actividad complementaria a la agrícola.

Predominan familias que pastorean en forma individual de acuerdo a una planificación familiar.

La condición climática de acuerdo a la clasificación de Kópen es de clima de estepa, con invierno seco, distinguiéndose con lluvias que se circunscriben a los meses de diciembre a abril, con totales anuales de 440,80 mm, una temperatura media de 12,17°C, humedad relativa media de 55,18%, con vientos fríos y secos de dirección NE a 3,33 km/hora (SISMET - SENAMHI, 1957-2017).

Diseño experimental y procedimientos.

Se aplicaron 3 tratamientos que resultaron del manejo de la pradera nativa, de acuerdo a la topografía, dividiendo en pendiente altitudinal, en tres niveles:

- Menores a 10%.
- Entre 10% a 25%.
- Mayores a 25%.

Estos tres tratamientos fueron implementados en un área de 4 m², bajo pastoreo comunal en condiciones de secano. Se evaluó 20 unidades de muestreo por tratamiento.

Dentro los parámetros evaluados, se consideró la deposición de estiércol por el pastoreo de ganado y los restos de material vegetal muerto, caídos sobre el suelo.

Para la interpretación de los contenidos de materia orgánica en el suelo del horizonte A, se utilizó los resultados de análisis físico-químico realizados por Marino (1996), que corresponden al área de estudio.

El análisis de la información con la variable materia orgánica (deposición de estiércol y restos vegetales) y contenido de materia orgánica, se realizó mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey (al 5%) para la comparación de medias entre los parámetros de valoración.

Resultados y discusión

Deposición de materia orgánica en el suelo superficial

El Cuadro 1 muestra las medias de deposición de materia orgánica en el suelo superficial, en la pradera nativa tipo arbustal xérico, sobresaliendo la valoración de 15,61 kg/ha en topografía de pendiente menor a 10%, le sigue la pendiente de 10 a 25% con 12,36 kg/ha, siendo menor con 8,05 kg/ha en topografía de pendiente mayor a 25%, resultados valorados para un tiempo de pastoreo de un mes. Los datos obtenidos concuerdan con Rondán y Chávez (2014) citados por Tacuna *et al.* (2015); quienes han estimado para un área de usufructo comunal, un aporte de estiércol de 131,4 kg/ha/año.

En el análisis desagregado de la deposición de materia orgánica, se observa proporcionalidad entre la generación de estiércol y restos de materiales vegetales muertos.

El análisis de varianza para el total de deposición de la materia orgánica en el suelo superficial, reportó una probabilidad menor a 0,05 ($0,029 < 0,05$), por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que las deposiciones de estiércol y restos vegetales no poseen el mismo valor medio; deduciéndose la existencia de diferencia estadística significativa para la generación del total de la materia orgánica.

Contrariamente, en el análisis de varianza desagregado para la generación de estiércol y restos de materia vegetal muerta, la probabilidad encontrada es mayor que 0,05 ($0,093$ y $0,054 > 0,05$) por lo que se acepta la hipótesis de igualdad.

A objeto de realizar comparaciones múltiples de análisis de varianza entre los promedios *a posteriori*; en el Cuadro 2, aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos, entre los niveles de la variable de comparación por “pendiente”.

Del Cuadro 2 se deduce que los grupos de “pendiente menor a 10%” con la “pendiente mayor a 25%” y la “pendiente mayor a 25%” con la “pendiente menor a 10%”, difieren significativamente al nivel de significación establecido (0,05 por defecto).

Cuadro 1. Deposición de materia orgánica sobre el suelo

Parámetro	Pesos en kg/ha		
	Estiércol	Restos vegetales	Total materia orgánica
Pendiente menor a 10%	10,42	5,20	15,61
Pendiente de 10 a 25%	8,33	4,04	12,36
Pendiente mayor a 25%	5,81	2,24	8,05
Total	24,55	11,47	36,02
Promedio	8,18	3,82	12,01

Cuadro 2. Comparación múltiple del total de materia orgánica (Prueba HSD Tukey)

(I) Pendientes	(J) Pendientes	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Significancia.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Pendiente menor a 10%	De 10 a 25%	1,29950	1,10622	0,473	-1,3625	3,9615
	Mayor a 25%	3,02700*	1,10622	0,022	0,3650	5,6890
Pendiente de 10 a 25%	Menor a 10%	-1,29950	1,10622	0,473	-3,9615	1,3625
	Mayor a 25%	1,72750	1,10622	0,271	-0,9345	4,3895
Pendiente mayor a 25%	Menor a 10%	-3,02700*	1,10622	0,022	-5,6890	-0,3650
	De 10 a 25%	-1,72750	1,10622	0,271	-4,3895	0,9345

Con el análisis se comprueba que el número de diferencias significativas detectadas, no es el mismo que con el método analizado del análisis de varianza.

Por último, el Cuadro 3 muestra la clasificación por grupos, basada en el grado de parecido existente entre sus medias, estableciéndose en el sub grupo 1, que están incluidos dos grupos: “pendiente mayor a 25%” y “pendiente de 10 a 25%”, cuyas medias no difieren significativamente ($p: 0,2710$) y en el subgrupo 2 están también incluidos dos grupos “pendiente de 10 a 25%” y “pendiente menor a 10%”, que difiere a los dos anteriores y que no difieren en sí mismas ($p: 0,4730$).

De los resultados se infiere que la materia orgánica depositada en el suelo es no humificada y está formada por necromasa vegetal (restos vegetales de hojarasca, tallos, inflorescencia entre otros) y animal (estiércoles) y esta correlacionada con la topografía, presentándose mayor retención temporal en topografías planas

y onduladas y menor retención en topografías de laderas.

La retención e incorporación de la materia orgánica al suelo está afectada por la lixiviación superficial, debido a la escurrida pluvial y agentes eólicos, por presentar suelos compactados y pedregosos, principalmente.

Si bien la topografía no es exactamente un agente causal, sí actúa sobre algunos agentes como el contenido en materia orgánica y textura, ejerciendo un efecto indirecto sobre la estabilidad estructural del suelo.

Pierson y Mulla (1990) citados por Miralles (2006), determinaron que los suelos ubicados al pie de las laderas, mostraban mayor contenido de carbono orgánico, una mayor estabilidad de los agregados y menor concentración en arcillas que aquellos ubicados en zonas de mayor altitud.

Cuadro 3. Clasificación por grupos del total de materia orgánica (Prueba HSD Tukey ^a)

Parámetro	Nro.	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Pendiente mayor a 25%	20	3,2180	--
Pendiente de 10 a 25%	20	4,9455	4,9455
Pendiente menor a 10%	20	--	6,2450
Significancia		0,2710	0,4730

^a Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica: 20,000.

Singer y Munns (1996), citados por Miralles (2006), afirman que aquellos suelos ubicados en la cima de las montañas estaban menos desarrollados que aquellos que se localizaban en la mitad o al pie de las mismas.

El efecto de la topografía sobre la estabilidad de los agregados es especialmente importante donde la abrupta orografía condiciona pérdidas importantes de suelo, por ende, de materia orgánica, ya que ésta se acumula principalmente en los horizontes superficiales del suelo, por erosión hídrica (García *et al.* 2003 citado por Miralles 2006).

Por otro lado, el estiércol, al permanecer sobre la superficie, cumple un rol aislador (Jing *et al.* 2014 y Moreno 2015 citados por Tacuna *et al.* 2015) para reducir los cambios bruscos de temperatura a nivel del suelo, durante el día y la noche, con cambios que son fuertemente marcados en la zona alto andina.

Contenido de materia orgánica en el suelo

Los resultados del contenido de materia orgánica del suelo en el horizonte A, de acuerdo al análisis físico realizado (Cuadro 4), se tiene la mayor concentración

de 2,12 a 2,39% en la topografía de “pendiente de 10 a 25%” seguido de la topografía de “pendiente mayor a 25%” de 1,08 a 2,13%, obteniéndose la menor concentración de materia orgánica de 1,07 a 1,08% en topografía de “pendiente menor a 10%”.

El contenido de materia orgánica en el suelo del horizonte A, en la topografía de “pendiente menor a 10%” y “pendiente mayor a 25%” es bajo, mientras en la de topografía de “pendiente de 10 a 25%” es moderado (Laboratorio de Suelos y Aguas-FCAyP-UMSS).

De acuerdo a los análisis de varianza, el contenido de materia orgánica en el suelo es mayor que 0,05 ($0,161 > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que los valores de las medias son homogéneos, por lo que no presentan diferencias significativas entre las pendientes topográficas relacionando con el contenido de materia orgánica.

La concentración de materia orgánica en el suelo del horizonte A, tiene una elevada correlación con el desarrollo del suelo y la presencia de la vegetación en el sistema natural del área de estudio, principalmente.

Cuadro 4. Contenido de materia orgánica en el suelo en función al grado de pendiente

Parámetro	Tipo vegetación	Valor de MO (%)	Promedio de MO (%)
Pendiente menor a 10%	Arbustalde kanlli	1,07	1,075
	Arbustalde kanlli	1,08	
Pendiente de 10 a 25%	Arbustal de añawaya	2,12	2,255
	Arbustal de pesckothola	2,39	
Pendiente mayor a 25%	Arbustal de tolcka	1,08	1,605
	Matoral de jañackachi	2,13	

En cuanto al tipo de flora presente, se tiene del tipo perenne, plurianual y/o herbácea, caracterizada por los sistemas radiculares que condiciona la presencia y concentración de la materia orgánica.

Conclusiones

- La materia orgánica depositada en el suelo superficial, esta correlacionada con la topografía, presentándose mayor retención temporal en topografía plano - ondulada, con pendientes menores a 10% y menor retención en topografías de laderas, con pendientes mayores al 25%.
- El contenido de materia orgánica en el horizonte A, es menor en los suelos de cima de monte, siendo mayor en los suelos de laderas, lo cual es una respuesta a la característica del tipo de vegetación.

Referencias citadas

Arguello H. 1991. La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y micro climáticos. *Agronomía Colombiana*. 1991. Volumen 8, 2: 384-388.

Marino F. 1996. Caracterización de asociaciones vegetales en los Campos Nativos de Pastoreo de la Comunidad de Alkatuyo (provincia Linares, departamento de Potosí). Tesis de grado. Universidad Autónoma Tomás Frías, Facultad de Agronomía. Potosí, Bolivia. 92 p.

Navarro G., Ferreira, W. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Cochabamba, Bolivia. 65 p.

Miralles I. 2006. Calidad de suelos en ambientes calizos mediterráneos: Parque natural de Sierra María-Los Vélez. Facultad de farmacia, Departamento de edafología y química agrícola, Tesis Doctoral, Universidad de Granada. pp. 11, 53.

Tacuna R., Aguirre L., Flores E. 2015. Influencia de la re vegetación con especies nativas y la incorporación de materia orgánica en la recuperación de pastizales degradados. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 10 p.

Regeneración natural a quema controlada y corte, en la vegetación arbustiva *Kentrothamnus weddellianus* - *Tetraglochin cristatum*

Marino Francisco

Investigador independiente

E-mail de contacto: marino_francisco@hotmail.com

Resumen. En la comunidad *Alkatuyo*, municipio Puna, provincia Linares del departamento de Potosí, en la gestión 2018, se realizó el estudio de comparación de regeneración natural al efecto quema controlada y corte realizado en el año 2011, en la vegetación arbustiva *Kentrothamnus weddellianus* - *Tetraglochin cristatum*. Habiéndose implantando parcelas demostrativas con tratamientos *quema*, *corte* y *testigo*, en tres repeticiones de 900 m² de área, con diseño de bloques al azar, utilizándose los métodos: “Intersección Lineal” para cobertura vegetal y “Métodos Alométricos” para el crecimiento de las especies vegetales perennes dominantes. Además se realizó análisis de varianza. Los resultados en la flora, a nivel de tratamiento, muestran que no se afectó en la composición de la flora, los tratamientos quema y corte, siendo 54 especies para el tratamiento quema, 53 especies para el tratamiento corte y 55 especies en el testigo. Se tiene la mayor cobertura en el tratamiento testigo (77.10%), seguido de los tratamientos corte (73.65%) y quema (71.98%); la varianza demuestra que las diferencias en cobertura entre tratamientos no son significativas ($p > 0.05$). El promedio de crecimiento, al séptimo año de regeneración natural, es mayor en el tratamiento corte y menor en el tratamiento quema; empero, sin significancia de acuerdo al análisis de varianza ($p > 0.05$).

Palabras clave: Asociación vegetal; Cobertura vegetal; Ecosistemas

Introducción

A través de la historia de la humanidad, la regeneración biológica por sí misma es tan intrigante y cautivadora, que ha permanecido como un enigma el entender cómo ciertos organismos son capaces de restaurar extremidades, órganos y tejidos amputados, no solo en forma, sino también en función; sin embargo, este fenómeno es ampliamente encontrado en organismos del reino vegetal y animal ya que es un mecanismo esencial que permite su mantenimiento a través del tiempo de regeneración, aportando con una resistencia natural. La quema de pastizales para el rebrote del pasto es una práctica común en Bolivia y en otras áreas de la

Amazonía (Mostacedo *et al.*, 1999). Por lo que el fuego es una herramienta muy utilizada para estimular el rebrote de los pastos con el fin de aumentar su valor forrajero (Anderson 1981; Pucheta *et al.*, 1997; Reich *et al.*, 2001; citados por Renison *et al.*, 2002). Los impactos provocados en los ecosistemas, por el fuego y los cortes de arbustos, con extracción desde el cuello de las raíces, no necesariamente son negativos. Las quemas controladas tienen un rol clave en los procesos físicos y biológicos y los cortes adecuados de acuerdo a la morfología, ciclo fenológico y época, coadyuvan en la productividad del ecosistema (Marino 2012), haciendo más diverso el paisaje e influenciando positivamente los ciclos

bio geoquímicos y el flujo de energía (Flannigan *et al.*, 2003; citados por Fernández *et al.*, 2010).

Sin embargo, en el corto plazo, podrían considerarse dañinos si se toma en cuenta la pérdida de los servicios ecosistémicos que brindan, tales como reducción de la erosión del suelo, aumento de la captación de agua, retención de las precipitaciones y disposición de una matriz para el desarrollo de especies de flora y fauna (Fjeldsøy Kessler 1996, Kelty 1997, Spies 1998, citados por Renison *et al.*, 2002).

Además, el fuego podría alterar la comunidad vegetal existente, modificando la proporción de formas de crecimiento (Raunkier 1937, citado por Fernández *et al.* 2010), creando condiciones para el reemplazo de especies nativas por otras potencialmente exóticas, generando cambios en el ecosistema y alterando los patrones sucesionales (De Bano *et al.*, 1998; citados por Fernández *et al.*, 2010).

Açun contando con adaptaciones de resistencia, el fuego y el corte pueden tener un efecto diferente sobre los individuos de una misma especie, dependiendo de la topografía, clima, el tamaño de las plantas y la presencia de herbívoros. Con esta base, el presente trabajo tuvo como objetivo general “establecer el tiempo de regeneración natural del efecto quema controlada y corte en la asociación vegetal arbustiva de *Kentrothamnus weddellianus* y *Tetraglochin cristatum*”, con los objetivos específicos siguientes:

- Establecer la composición de las especies vegetales resultado de la recuperación espontánea al efecto quema y corte.

- Determinar la cobertura vegetal por el desarrollo vegetativo espontáneo post quema y corte.

- Establecer el tamaño promedio de las especies dominantes por el crecimiento regenerativo al efecto quema y corte.

Materiales y métodos

Descripción de la localización del estudio. El estudio se realizó en la comunidad de *Alkatuyo*, región del *Rancho Huasa Mayu*, en el área del cerro *Sirca Loma*, ubicado en el municipio de Puna, Provincia José María Linares del Departamento de Potosí, distante a 53 km de la ciudad de Potosí. Geográficamente se sitúa a 19°53' de latitud Sur y 65°33' de longitud Oeste, a una altitud de 3490 msnm (Marino, 2012).

De acuerdo a la clasificación de Navarro y Ferreira (2007), pertenece a la zona biogeográfica de vegetación, Puna de Cordilleras y Altiplano, dentro las unidades de mapeo de Cordillera Oriental Altiplano Centro-Sur con clasificación de Vegetación saxícola altimontana de la Puna y Altiplano xerofíticos. Y tipo de pradera nativa Arbustal de tolcka, (*Kentrothamnus weddellianus* - *Tetraglochin cristatum*); de capacidad de carga de 0,49 Unidades Ovino.

Los suelos son superficiales y pedregosos, de texturas; Franco y Franco Arcilloso, con un pH de 8.3, una conductividad eléctrica de 0.256 milimhos/cm, la capacidad de intercambio catiónico es de 8.8 meq/100 g, con contenidos de fósforo con 1 ppm, el nitrógeno total es de 0.103%, el potasio es de 0.20 meq/100g y la materia orgánica es de 2.12% (Marino, 1996).

La condición climática de acuerdo a la clasificación de Köpen, es de clima de estepa con invierno seco, distinguiéndose con lluvias que se circunscriben a los meses de diciembre a abril, con totales anuales de precipitación de 440.80 mm, temperatura promedio de 12.17°C, una humedad relativa media de 55.18% con vientos fríos y secos de dirección NE y 3.33 km/hora (SISMET - SENAMHI, 1957-2017).

Diseño experimental y procedimientos.

El trabajo se realizó en la gestión de 2018 mes de abril, realizándose el estudio de comparación de regeneración natural al efecto quema controlada y corte realizada en el año 2011, con una propuesta metodológica que incorporó diversas actividades basadas en un ensayo donde se tuvo en cuenta tres tratamientos que consistieron en:

- 1) Quema controlada de la cobertura vegetal.
- 2) Corte de la cobertura vegetal.
- 3) Testigo (sin alterar su cobertura vegetal).

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, consistente en empleo del fuego, corte de la vegetación y control (testigo), con tres réplicas, en áreas de 100 m²/parcela (total de 900 m²); utilizando los siguientes métodos y técnicas.

En el *inventario de especies vegetales*, se realizó mediante la recolección de especies vegetales en un herbario de campo. En base al mismo se elaboró un listado de las muestras, ordenando las especies en grupos de características similares, las que en gabinete se identificaron taxonómicamente (García 1987, citado por Marino 1996).

La evaluación de la *cobertura vegetal* se realizó mediante el método de “transección línea de Canfield” (Mueller - Bomboisy Ellenberg, 1974, citado por INIP-SARH 1980). En el caso del estudio, la longitud tomada fue de 10 m por transecto, utilizándose 3 transectos paralelos para un total de 30 m por tratamiento, evaluándose a lo largo del transecto las especies vegetales, suelo desnudo, rocas y otros.

Para la determinación del *crecimiento de las especies indicadoras de la regeneración natural*, se utilizó el método alométrico, consistente en medir las alturas de las plantas. Para obtener el número de muestreos requeridos, se siguió el modelo aleatorio restringido (Matteucci y Colma 1982) fijando 20 plantas por repetición.

Para el análisis de la información, en base a las variables de evaluación, se utilizó el análisis de varianza a 0,05 para determinar diferencias estadísticas.

Resultados y discusión

Composición botánica

Se inventarió un total de 63 especies, pertenecientes a 52 géneros y 21 familias, siendo las Dicotiledóneas el taxa mejor representado, con 44 especies 35 géneros y 16 familias; seguido por las Monocotiledóneas con 18 especies, 16 géneros y 4 familias, por último, se tiene a la taxa Teridophyta, representado por una especie, género y familia (Cuadro 1).

De acuerdo a los tratamientos implementados, el número de familias, géneros y especies fueron homogéneos, variando de 16 a 20 familias con 45 a 47 géneros para un total de 53 a 55 especies; respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 1. Número de familias, géneros y especies registradas, por taxa

Taxa	División	Familias	Géneros	Especies
Angiospermae	Monocotiledóneas	4	16	18
	Dicotiledóneas	16	35	44
Pteridophytae	Teridophyta	1	1	1
Total		21	52	63

Cuadro 2. Número registrado de familias, géneros y especies, para tres tratamientos evaluados

Tratamiento	Familias	Géneros	Especies
Quema	19	47	54
Corte	16	45	53
Testigo	20	47	55

En el análisis cualitativo de la composición de especies vegetales (Cuadro 2), destaca el parecido parcial entre los tratamientos después de la quema y corte con el testigo. El tratamiento que más difiere es el de corte, que varía en número de familias, géneros y especies, en relación al testigo; esto se debe a la condición topográfica y suelos, demostrando la complejidad de distribución de la composición botánica, en una misma área de la formación vegetal arbustiva". El análisis de la inventariación de las especies vegetales, demostró que entre los tratamientos quema y corte, no existe alteración en la composición de la flora.

Cobertura vegetal

La cobertura vegetal es mayor en el tratamiento testigo, seguido de los tratamientos corte y quema, respectivamente (Cuadro 3). El análisis de varianza, para la evaluación de la cobertura vegetal (Cuadro 4), no detectó significancia estadística entre los tratamientos quema y corte ($p > 0.05$) al séptimo año, con coeficiente de variación que indica la confiabilidad de los datos.

La cobertura vegetal muestra homogeneidad entre tratamientos, como resultado de una rápida recuperación de la cobertura arbustal que cubría el 54.55% (tratamiento quema) y 59.25% (tratamiento corte), en el año 2012 compuesta por especies herbáceas principalmente y pasó a cubrir el 71.98% en el tratamiento quema y 73.65% en el tratamiento corte, en el año 2018, caracterizado por el desarrollo de las especies vegetales perennes. Por otra parte, se ha observado una rápida regeneración por el establecimiento de las especies vegetales *Kentrothamnus weddellianus* y *Tetraglochin cristatum*, que son especies dominantes, no mostrando cambios de la cubierta vegetal a su condición y estructura inicial. Se debe destacar la regeneración espontánea de la especie *Festuca dolichophylla* por observarse mayor cobertura al efecto corte, en relación al tratamiento quema y testigo; sugiriendo la práctica del corte como una estrategia de mejoramiento productivo para esta especie. En relación a las especies vegetales acompañantes herbáceas, por presentar cobertura vegetal variables entre años, la regeneración parece que está relacionada a las condiciones climáticas y diseminación de las semillas.

Cuadro 3. Cobertura vegetal por tratamiento implementado y especie clasificada

Nro	Especie vegetal	Testigo (%)	Quema (%)	Corte (%)
1	<i>Adesmia miraflorensis</i>	1.68	1.88	1.70
2	<i>Adesmia spinosissima</i>	0.33	0.00	0.00
3	<i>Aristida adscencionis</i>	1.24	0.93	2.25
4	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1.06	0.79	0.00
5	<i>Baccharis incarum</i>	0.00	0.21	0.00
6	<i>Botrichloa saccharoides</i>	3.94	1.42	0.68
7	<i>Bouteloua simplex</i>	0.00	0.02	0.08
8	<i>Bromus</i> sp.	0.12	0.00	0.00
9	<i>Cardionema ramosissimum</i>	0.00	0.14	0.00
10	<i>Chamaesyce</i> sp.	0.00	0.17	0.00
11	<i>Chaptalia similis</i>	0.00	0.00	0.13
12	<i>Cyperus andinus</i>	0.11	0.05	0.00
13	<i>Dalea boliviana</i>	0.00	0.18	0.00
14	<i>Dichondra argentea</i>	0.18	0.15	0.10
15	<i>Dichondra sericea</i>	0.00	0.36	0.30
16	<i>Ephedra rupestris</i>	0.00	0.00	0.08
17	<i>Eragrostis virescens</i>	3.44	1.45	1.15
18	<i>Evolvulus sereceus</i>	0.09	0.00	0.33
19	<i>Festuca dolychophylla</i>	5.57	4.32	6.36
20	<i>Festuca</i> sp.	0.00	0.67	0.00
21	<i>Gomphrena potosiana</i>	0.00	0.12	0.00
22	<i>Hoffmannseggia minor</i>	0.00	0.00	0.04
23	<i>Hypochoeris</i> sp.	0.00	0.04	0.00
24	<i>Hypseochaeris pimpenillifolia</i>	0.29	0.45	0.78
25	<i>Kentrothamnus weddellianus</i>	29.14	27.14	30.71
26	<i>Lobivia longispina</i>	0.00	0.12	0.00
27	<i>Lobivia</i> sp.	0.29	0.09	0.21
28	<i>Lycurus setosus</i>	1.26	0.50	0.34
29	<i>Maihueniopsis</i> sp.	0.00	0.04	0.00
30	<i>Microchloa indica</i>	0.00	0.09	0.08
31	<i>Muhlenbergia rigida</i>	6.29	4.43	4.53
32	<i>Nassella inconspicua</i>	0.11	0.00	0.00
33	<i>Nassella</i> sp.	4.49	6.84	2.44
34	<i>Pennisetum villosum</i>	1.90	3.06	3.83
35	<i>Plantago sericea</i>	0.04	0.00	0.04

Nro	Especie vegetal	Testigo (%)	Quema (%)	Corte (%)
36	<i>Plantago</i> sp.	0.00	0.09	0.00
37	<i>Relbunium</i> sp.	0.06	0.34	0.00
38	<i>Richardia stellaris</i>	0.28	0.31	0.38
39	<i>Schkuhria multiflora</i>	0.00	0.00	0.06
40	<i>Selaginella sellowi</i>	0.46	1.21	1.27
41	<i>Senecio</i> sp.	0.00	0.00	0.03
42	<i>Senna birostris</i>	0.27	1.00	2.82
43	<i>Stenandria dulce</i>	0.00	0.00	0.12
44	<i>Stipa ichu</i>	0.00	0.53	0.00
45	<i>Sysirinchum chilensi</i>	0.11	0.00	0.00
46	<i>Tagetes pusilla</i>	0.11	0.10	0.19
47	<i>Tetraglochin cristatum</i>	12.77	10.33	11.50
48	<i>Trichocline auriculata</i>	0.23	0.00	0.00
49	<i>Trifolium amabile</i>	0.40	0.05	0.19
50	<i>Tripogon spicatus</i>	0.31	1.20	0.46
51	<i>Vulpia</i> sp.	0.51	1.20	0.47
Sub total		77.10	71.98	73.65
52	Suelo desnudo	11.44	14.47	13.73
53	Roca	10.24	10.76	11.26
54	Materia orgánica	1.21	2.80	1.36

Cuadro 4. Cobertura vegetal por la regeneración natural al efecto quema y corte (en %)

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
Quema	93.38	62.57	60.00	71.98
Corte	91.04	70.90	59.00	73.65
Testigo	86.65	74.65	70.00	77.10
Promedio	90.36	69.37	63.00	68.87
ANVA				p > 0.05
Coefficiente de Variación				7.76%

Por otra parte, se observa que la quema superficial tuvo un efecto de “aclareo”, ya que la acción afectó en la estructura de la planta en los tallos y/o ramas secas y menos lignificadas, dejando en tocones. Sin embargo, se debe tomar en cuenta el tratamiento corte por la obtención de

mejor cobertura vegetal. En síntesis, se observa homogeneidad en cobertura vegetal entre los tratamientos, donde el testigo no se diferencia de los demás, lo cual indica una evolución de la vegetación regenerada hacia su equilibrio, en presencia de pastoreo. Al séptimo año no

se observó la aparición de especies distintas o invasoras, tampoco se observa diferencias claras en la composición florística como consecuencia de éstos.

Desarrollo regenerativo de las especies indicadoras de la asociación vegetal

En el Cuadro 5, se presenta el tamaño de las especies *Kentrothamnus weddellianus* y *Tetraglochin cristatum*, reflejando el crecimiento alcanzado al séptimo año de la implementación de los tratamientos quema y corte.

Los resultados del tamaño o altura de planta en las especies *Kentrothamnus weddellianus* y *Tetraglochin cristatum*, presentan promedios de crecimiento similar en el que no se detectó diferencias significativas en crecimiento de la planta, comparando el efecto de la quema y corte ($p>0.05$), teniendo un coeficiente de variación de confiabilidad (12.57%).

Por consiguiente, en base a los tratamientos de quema y corte realizados, la regeneración natural en la asociación vegetal de la tolcka "*Kentrothamnus weddellianus* - *Tetraglochin cristatum*" se logró en siete años, asimismo, se establece que la regeneración natural en el tratamiento corte, no es mejor que el tratamiento quema.

La estrecha diferencia de crecimiento entre el tratamiento corte y quema, en las especies de valoración, está relacionada a la magnitud del tiempo de la quema, que fue menor a 10 minutos y del corte mecánico a 5 cm sobre los tallos de las especies.

Es decir, se establece que el crecimiento tiene correlación con la perturbación, por tanto, mientras mayor sea el daño a las especies vegetales, la sucesión de las especies dominantes dará paso a una sucesión secundaria.

Cuadro 5. Altura de planta por la regeneración natural al efecto quema y corte (en cm)

Especie vegetal	Tratamientos	Repeticiones			Media	ANVA	CV (%)
		I	II	III			
<i>Kentrothamnus weddellianus</i>	Testigo	53.46	45.42	48.52	49.13	(p>0.05)	12.57
	Quema	46.70	55.63	43.10	48.48		
	Corte	53.44	60.31	41.38	51.71		
	Promedio	51.20	53.78	44.33	49.77		
<i>Tetraglochin cristatum</i>	Testigo	23.95	19.75	24.60	22.77	(p>0.05)	4.25
	Quema	24.75	17.50	22.80	21.68		
	Corte	25.50	18.30	24.80	22.87		
	Promedio	24.73	18.52	24.07	21.67		

Conclusiones

- La composición de la flora no fue afectada por los tratamientos quema y corte, contrastando la alta capacidad de regeneración natural de las especies vegetales.
- La cobertura vegetal en la vegetación de la asociación vegetal tolcka “*Kentrothamnus weddellianus* - *Tetraglochin cristatum*”, se ha recuperado espontáneamente, a los siete años del efecto quema y corte.
- El tamaño promedio en las especies vegetales dominantes: *Kentrothamnus weddellianus* y *Tetraglochin cristatum*, se alcanzó desde el sexto año, tanto en el tratamiento quema como en el tratamiento corte.

Referencias citadas

- Fernández I., Morales N., Olivares L., Salvatierra J., Gómez M., Montenegro G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado. Santiago, Chile. pp. 27.
- Fjeldsây J., Kessler M. 2004. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. Una contribución al manejo sustentable en los Andes. Centro para la Investigación de la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales Andinos (DI-VA). La Paz, Bolivia. 214 p.
- INIP-SARH. 1980. Manual de métodos de muestreo de vegetación. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Departamento de Manejo de Pastizales. Serie Técnico Científica. Vol. 1 No. 1. 105 p.
- Marino F. 2012. Efectos de la quema en la diversidad de especies vegetales y productividad de biomasa en la vegetación arbustiva *Kentrothamnus weddellianus Tetraglochin cristatum* (Comunidad Alkatuyo, Provincia linares del Departamento de Potosí). Tesis de grado. Universidad Autónoma Tomás Frías, Carrera de Medio Ambiente. Potosí, Bolivia. 132 p.
- Marino F. 1996. Caracterización de Asociaciones Vegetales en los Campos Nativos de Pastoreo de la Comunidad de Alkatuyo. (Provincia Linares, Departamento Potosí). Tesis de grado. Universidad Autónoma Tomás Frías, Facultad de Agronomía. Potosí, Bolivia. 92 p.
- Matteucci S., Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la OEA. Washington DC, USA. pp. 1-105.
- Mostacedo B., Fredericksen T., Gould K., Toledo M. 1999. Comparación de la respuesta de las comunidades vegetales a los incendios forestales en los bosques tropicales secos y húmedos de Bolivia. Documento Técnico 83/1999. Santa Cruz, Bolivia. 24 p.
- Navarro G., Ferreira W. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Rumbol SRL. Cochabamba, Bolivia. 65 p.
- Renison D., Cingolano M. Suarez D. 2002. Efectos del fuego sobre un bosquecillo de *Polylepis australis* (Rosaceae) en las montañas de Córdoba, Argentina. Revista Chilena de Historia Natural. 75: 719-727, 2002.
- SISMET - SENAMHI, 1957-2017. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Estado Plurinacional de Bolivia. SISMET – SENAMHI. *En línea*. Disponible en: www.senamhi.gob.bo/web/public/sismet Consultado en junio de 2018.

Engorde de conejos californianos con totora (*Schenoplectus tatora*) industrializada en pellets

¹ Mendoza Miriam; ² Flores Francisco

¹ Investigadora Independiente;

² Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto

E-mail de contacto: franc_zoot@hotmail.com

Resumen. El presente trabajo de investigación fue realizado en la ciudad de El Alto y en la comunidad de Jiwawi Grande, provincia Ingavi del departamento de La Paz. El objetivo fue engordar de conejos californianos (*Oryctolagus cuniculus*) con totora (*Schenoplectus tatora*) industrializada en pellets. La metodología empleada fue de tipo experimental, sometida a un diseño estadístico completamente al azar. La totora cosechada y henificada se peletizó con adición en distintas proporciones, los cuales se ofertaron a 44 conejos machos, con un peso promedio de 505.32 ± 38.72 gramos. Se evaluó el consumo diario, ganancia media diaria y rendimiento carcasa a los 63 días del experimento. El consumo/día de pellets alimentados con 60%, 40%, y 0%, muestran un efecto significativo ($P < 0.0001$) superiores al 20% de totora. En la ganancia media diaria, los alimentos ($P < 0.0001$) 20% y 40% de totora, obtuvieron los valores más altos y en el rendimiento carcasa, los alimentos muestran un efecto no significativo ($P > 0.1139$). En conclusión los alimentos peletizados con 20% y 40% de totora, demostraron un rendimiento productivo superior a los demás tratamientos, evidenciando que la totora puede ser aprovechada e industrializada, en razón de que por su sobreproducción temporal es sometida a quema para un nuevo rebrote.

Palabras clave: Forrajes acuáticos; Cunicultura; Raciones alimenticias

Introducción

La producción de conejos, a nivel mundial, actualmente ha cobrado una especial importancia como actividad productiva. En los últimos años en China, Italia y España, ha generado impacto importante por su reproducción y producción de carne, como fuente de alimentación humana, debido a que presenta una excelente calidad cárnica, con características benéficas para el consumo humano en proteína, vitaminas y minerales, de fácil digestibilidad, reducida en calorías y con bajos porcentajes de materia grasa y colesterol (Urizar 2006).

La producción de conejos, en Bolivia, por el momento no se encuentra desarro-

llada en su plenitud, sin embargo existen emprendimientos productivos exitosos que han permitido visualizar como una fuente interesante de ingresos económicos y coadyuvar a la preservación de la seguridad alimentaria, debido a que la carne de conejo es muy valorada por sus propiedades nutricionales y dietéticas.

Es una carne magra, con bajo contenido de grasa y menor contenido en ácidos grasos saturados y colesterol que otras carnes (Hernández 2008).

El objetivo del presente trabajo fue engordar conejos californianos (*Oryctolagus cuniculus*) con totora (*Schenoplectus tatora*) industrializada en pellets. Estos animales también son utilizados como

base para realizar experimentos y para, en este caso, probar el efecto de un determinado alimento, y en función a esto aplicarlo a otros animales mayores, por lo tanto son valiosos para la ciencia (Olivares *et al.*, 2009).

De manera general, la alimentación de los animales domésticos para consumo humano representa un costo mayor al 70%, por lo tanto es necesario buscar fuentes alternativas de alimento de buena calidad, que resulten accesibles y de bajo costo. Como opción se tomó la elaboración de alimentos balanceados con la incorporación de la totora, que es accesible y abundante en sectores del lago Titicaca, o región circunlacustre del Altiplano Boliviano.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el departamento de La Paz, en El Alto, ubicado a más de 4000 msnm en la maseta altiplánica, al oeste de la ciudad de La Paz, con una temperatura media de 12°C a 15°C.

La totora se consiguió en la comunidad de Jiwawi Grande, municipio de Taraco, provincia Ingavi, que se encuentra a una distancia de 72 km de la ciudad de La Paz. La cosecha de la totora se realizó en los meses de junio y julio del año 2016, y se aprovechó como alimento en los meses de enero y febrero del año 2017. Se trabajó con 44 conejos de 4 a 5 semanas de edad.

Se llevó una muestra de totora al laboratorio SELADIS para el análisis químico. El alimento peletizado se efectuó en el MDRyT-IPD PACU, con un diámetro de 3 a 4 mm por 7 a 12 mm de longitud

(Nasser 1985), con secado durante 48 a 72 horas, a una temperatura de 12 a 20°C.

Una vez adquiridos los conejos, se procedió la aplicación del desparasitante *Piperazina oral* a razón de 10 g en una mezcla de agua/litro, suministrando a 35 ml/gazapo, posteriormente se aplicó las vitaminas orales ofrecidas en el agua, para efectivizar el crecimiento y engorde apropiado, prosiguiendo con un periodo de adaptación durante 15 días.

Se ofrecieron alimentos peletizados durante todo el periodo experimental a razón de 118 g promedio, como materia tal cual + agua *ad libitum* (Rodríguez 1999) con 40% del total de alimento por la mañana (08:00am) y 60% de alimento balanceado por la tarde (18:00 pm) registrándose diariamente el consumo, por las mañanas y calculándose por diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado de cada una de las jaulas.

Para evaluar el comportamiento productivo del engorde en conejos, se realizó la suplementación con diferentes niveles de totora en los pellets:

T 1:	0% (testigo)
T 2:	20%
T 3:	40%
T 4:	60%

Para el cálculo de las formulaciones de las raciones de cada tratamiento, se empleó el método proximal mediante hojas electrónicas, considerando los requerimientos nutricionales de los conejos en estudio, en etapa de engorde. El control de la ganancia de peso diario de los conejos, se realizó semanalmente, con el propósito de evitar el estrés de los animales. Se pesó al inicio del experimento y concluyendo la semana (7 días) para obtener la ganancia promedio/día/animal.

Para el rendimiento de carcasa, se aplicó la técnica de faeneo según Gonzales (2015), la cual se define como el porcentaje de peso de la carcasa en relación con el peso vivo y se calculó dividiendo el peso de la carcasa entre el peso del conejo vivo, multiplicado por cien (Godoy, 2001).

Para el análisis estadístico, se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con diferentes repeticiones; para el análisis de comparación de medias entre tratamientos, se empleó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Resultados y discusión

Consumo diario

El consumo diario de los alimentos, muestra diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) para el efecto de los diferentes niveles de alimentos (0%, 20%, 40% y 60%), con un coeficiente de variación de 3.34%, lo cual indica que los resultados obtenidos de la investigación son normales y confiables.

En la prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 1), el tratamiento con 0% de totora, es un alimento fresco de alimentos convencionales (hojas de lechuga, brócoli, pepino, cáscara de papas, zanahoria, haba, alfalfa) siendo más apetecido para los animales.

Posiblemente son más palatables por consiguiente más nutritivos para los conejos, probablemente también influyó el agua presente en el mismo, favoreciendo para su mayor aceptación.

Cuadro 1. Comparación de medias para el consumo diario de alimentos (en g)

Niveles de adición de totora en pellets			
0% (testigo)	60%	40%	20%
105.6 a	97.8 b	96.7 b	88.5 c

(Duncan 0.05).

La variación del consumo de alimento peletizado probablemente se debe a la composición presentada de polisacáridos que contienen gran cantidad de azúcares, ambiente, capacidad física del tracto digestivo, volumen de la dieta, sabor, entre otros aspectos.

La fibra actúa como regulador del consumo de alimentos, así, a mayor fibra mayor consumo, debido a la relación fibra y energía. Respecto al 20% de totora, menciona que la glucosa en el duodeno, genera señales que se transmiten por vía nerviosa y pueden hacer que se detenga el flujo de alimento desde el estómago, con lo que se reduce el consumo de alimento (Lebas 1996).

Ganancia media diaria

La ganancia media diaria muestra que los alimentos con diferentes niveles de totora (0%, 20%, 40% y 60%), presentan diferencias altamente significativas, con un 95% de seguridad que influyó en los conejos a los 63 días de estudio, con un Coeficiente de Variación de 17.57%, una media general de 13.10 ± 2.30 g de ganancia media diaria (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para la ganancia diaria de peso vivo (en g)

Niveles de adición de totora en pellets			
0% (testigo)	60%	40%	20%
9.4 b	9.2 b	15.5 a	17.1 a

(Duncan 0.05).

La ganancia media diaria de peso en los conejos, muestra diferencias estadísticas con una alta significancia, probablemente debido a los nutrientes que se ingirieron del alimento 20 % y 40 %, posiblemente se simplificaron por el proceso del anabolismo, facilitando al organismo la reconstrucción de tejidos, con un aumento de la concentración de proteínas contráctiles, como la actina y miosina, junto con la aparición de sarcómeros.

Por otra parte, la energía balanceada dentro la dieta, posiblemente ayudó en mantener las funciones vitales como el mantenimiento y el crecimiento o en la ganancia diaria de peso (Harper, 2010).

Según Magne (2006), los conejos alimentados con harina de totora, tienen una ganancia diaria de peso de 16.02 ± 1.93 g, respecto a los conejos alimentados con 20% de totora con 17.06 g.

Esta diferencia mínima, posiblemente se deba al genotipo del animal, aportes nutritivos, insumos usados en la ración, calidad proteica y aminoácidos suplidos en los pellets de totora, factores del medio ambiente, etc.

Lebas (1996) menciona que los aminoácidos absorbidos son transportados a los tejidos del cuerpo y las células se multiplican en cada tejido, constituyendo los músculos, proceso que posiblemente ayudó la cecotrofia en aprovechar los nutrientes presentes en el alimento peletizado de totora con 40% y 20%, con un adecuado contenido nutricional, mientras los tratamientos con 0% y 60% de totora, probablemente presentan un aporte alto de fibra, muy ricos en FAD que alteró el valor en energía digestible del alimento y proteína, situándose por debajo en energía y alta en fibra del valor mínimo que permite la regulación de la ingestión,

aumentando el consumo conllevando menores velocidades de crecimiento y por tanto empeoramiento de los índices de conversión.

Rendimiento de carcasa

El rendimiento en carcasa, muestra los efectos de los alimentos peletizados con diferentes niveles (0%, 20%, 40% y 60%) de suplementación de totora, no influyeron significativamente ($p > 0.1139$) en el rendimiento, con un Coeficiente de Variación de 6.56%, una media general de 56.28 ± 3.69 % de rendimiento en carcasa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias para el rendimiento en carcasa (en %)

Niveles de adición de totora en pellets			
0% (testigo)	60%	40%	20%
57.4	54.3	56.5	57.5

De acuerdo a los resultados, los niveles deficitarios de proteína en la dieta, implicaron una disminución de la velocidad de crecimiento. En el mismo sentido, un suministro deficitario de lisina, redujo la ganancia de peso pero no el rendimiento de canal, de acuerdo con los resultados de Colin y Allain (citados por Blas 1992).

Conclusiones

- El consumo de los alimentos peletizados mostró una aceptabilidad muy alta con totora 0%, 60%, 40% en los pellets y aceptables con los alimentos peletizados 20% de totora.
- La ganancia media diaria de peso vivo fue influenciada por los diferentes niveles de totora, siendo superiores con 20% y 40% de totora en los pellets.

- El rendimiento en carcasa no fue influenciada por los diferentes niveles de suplementación con totora.

Referencias citadas

- Blas C. 1992. Factores que determinan el rendimiento y la calidad de la canal en conejos. Artículo científico. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid, España. pp. 73.
- Godoy J. 2001. Estudio preliminar para definición y estandarización de los cortes comerciales de la canal cunícola en la raza Nueva Zelanda Blanco. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad de Cundinamarca, Colombia. pp. 62-180.
- Gonzales A. 2015. Cunicultura. Sacrificio de conejos. Centro Latinoamericano de Especies Menores. SENA-Holanda. V 10, 1: 10-13. *En línea*. Disponible en: http://www.biblioteca.sena.edu.co/html/car_10
Consultado en septiembre de 2017.
- Hernández P. 2008. La carne de conejo como alimento funcional. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Cunicultura. pp. 21-37.
- Lebas F. 1996. The rabbit husbandry, health and production. FAO Animal Production and Health. pp. 21.
- Magne E. 2006. Harina de totora (*Schenoplectus californicus*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) californianos en crecimiento en el CIPAM. Tesis de grado. Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia. pp. 62.
- Nasser E. 1985. La cría y explotación del conejo, una inversión con futuro. Ahuachapán, El Salvador. pp. 25-131.
- Rodríguez R. 1995. Apuntes del curso de cunicultura. Universidad Autónoma Chapingo. México DF.
- Urizar J. 2006. Oferta agropecuaria (Mercado Internacional de Carne de Conejo). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombia Internacional, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). *En línea*. Disponible en: <http://www.minagri.gob.ar/site/index.php>
Consultado en julio de 2010.

Efecto de la edad y la época del año sobre el rendimiento y composición química del pastizal chilliwar (*Festuca dolichophylla*) en Tiahuanaco

¹ Merlo Flavio; ² Ku Juan; ¹ Condori Rene; ³ Pérez Luis; ¹ Albarracín Aldo

¹ Universidad Pública de El Alto (Bolivia); ² Universidad Autónoma de Yucatán (México); ³ Universidad Autónoma de Chapingo (México)

E-mail de contacto: merlomaydana@hotmail.com

Resumen. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad (composición química) del pastizal chilliwar (*Festuca dolichophylla*) a cinco edades (3, 6, 9, 12, 15 semanas) y dos épocas (lluviosa y seca). Se utilizó un diseño de parcelas divididas, trabajando en un pastizal de *F. dolichophylla* perenne de años, donde la parcela principal fue la época y la sub-parcela la edad. Se encontró que, el rendimiento de materia seca fue diferente entre épocas y edades ($P < 0.05$). En la medida que la edad avanzó, se incrementó el rendimiento de materia seca, siendo el mayor rendimiento en ambas épocas, a la edad de 15 semanas de crecimiento del pasto, en la época de lluvias con 3.89 t MS/ha y 1.09 t MS/ha en la época seca. Conforme avanzó la edad del pastizal chilliwar (*F. dolichophylla*), el contenido de PC se redujo un 71.2% y 41.3% en época lluviosa y seca, respectivamente; el contenido de fibra detergente neutra, fibra detergente acida y lignina, se incrementó en ambas épocas. En ambas épocas, la PC disminuyó por debajo del 7% en las edades de 12 y 15 semanas de crecimiento; en la época de lluvias, la PC fue del 7% a la edad de 12 semanas. Se concluye que conforme avanza la edad de crecimiento del pastizal nativo de *F. dolichophylla*, el rendimiento de forraje se incrementa, mientras que su calidad se reduce en las dos épocas evaluadas.

Palabras clave: Asociación vegetal; Pradera nativa; Valor nutritivo

Introducción

El uso de las praderas nativas en la alimentación de los rumiantes es conocido por los productores del Altiplano boliviano. En diferentes trabajos de investigación de caracterización de los sistemas de producción, se reporta la utilización de pastizales nativos, directamente por medio del pastoreo de los animales.

Las pasturas nativas en Bolivia cubren aproximadamente el 61% del territorio nacional, de las cuales el 18% corresponden a praderas nativas del altiplano (Alzérreca 1987). Entre las cualidades de las praderas nativas sobresalen su creci-

miento y resistencia a la presión de pastoreo, pisoteo de animales, temperaturas bajas (Merlo et al., 2012) y su adaptación a todo tipo de suelos, de baja a mediana fertilidad, e inundaciones y sequías temporales.

La importancia que tienen las praderas nativas radica en que mantienen una producción continua de forraje, además de satisfacer necesidades múltiples de las familias campesinas, por lo que pueden contribuir fuertemente a la intensificación de la producción animal; asimismo las praderas nativas retienen humedad y protegen el suelo contra la erosión.

Actualmente se confronta problemas de ausencia de información científica precisa, relacionada con la producción de pastos nativos, lo cual promueve un mal manejo de los pastizales. Los productores reportan bajos rendimientos y bajo valor nutricional de los pastizales, como consecuencia -parece ser- que la vegetación nativa no cubre los requerimientos de consumo de materia seca y los requerimientos nutritivos de las llamas, que repercute en la baja ganancia diaria de peso de los animales a lo largo del año.

Se han reportado trabajos sobre composición florística y composición química de los pastizales nativos, sin considerar la edad de crecimiento de los pastos y el efecto de la época, aspectos importantes en un sistema de producción animal. Este tipo de información no es suficiente para planificar esquemas de manejo alimentario en pastoreo de los animales, en vista de que las praderas nativas son la base de la alimentación de los animales.

Considerando la variación climática (distribución de la precipitación, cambios en la temperatura ambiental) a lo largo del año en el Altiplano boliviano, el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el rendimiento y composición química del pastizal chilliwar (*F. dolichophylla*) a diferentes edades y épocas en el municipio de Tiahuanaco, Bolivia.

Materiales y métodos

Localización, clima y suelo del sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó en la Comunidad Originaria Guaraya, en el municipio de Tiahuanaco, provincia Ingavi, del departamento de La Paz (Bolivia), a 75 km de la sede de Gobierno, en

la carretera internacional La Paz Desaguadero, entre los paralelos 18°20' a 16°40' de latitud Sur y 68°35' a 69°15' de longitud Oeste.

El clima en esta zona se caracteriza por ser relativamente frío, con temperaturas promedio máxima de 15.8°C y mínima de 6.3°C, con lluvias en verano, llegando a una precipitación pluvial promedio anual de 450 mm.

Se trabajó en un pastizal nativo tipo chilliwar perenne de *Festuca dolichophylla*, establecido en suelo franco arcilloso, con pH de 7.1 y con 12% de materia orgánica en los primeros 20 cm de profundidad.

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron cinco edades del pasto: 3, 6, 9, 12, y 15 semanas en las dos épocas del año: lluviosa y seca.

La primera cosecha se realizó el 25 de enero y la última el 19 de abril en la época lluviosa, mientras que en la época seca, la primera cosecha fue el 16 de agosto y la última el 9 de noviembre de 2016.

Se utilizó un arreglo de parcelas divididas bajo un diseño completamente al azar, con cuatro réplicas. Las parcelas principales midieron 15 * 16 m y las subparcelas 3 * 4 m (con un área útil de 2 * 3 m). Una vez trazadas las parcelas en campo, se asignaron, en forma aleatoria, las épocas a las parcelas principales y las edades de corte a las subparcelas.

Manejo experimental

Previo al inicio del estudio, toda la superficie del pastizal chilliwar (480 m²) fue pastoreada con llamas y ovinos, durante tres días, para homogenizar el área. Pos-

teriormente, a los 2 días, se realizó un corte de homogeneización. La cosecha se realizó a cada tres semanas (3, 6, 9, 12, y 15 semanas) de rebrote. Tanto la cosecha del forraje como el corte de uniformización se efectuaron a una altura de 2 cm del nivel del suelo, en forma manual.

El forraje cosechado fue pesado en fresco y se le extrajeron dos sub-muestras para determinar contenido de materia seca (MS) y para el análisis bromatológico correspondiente. Una vez teniendo los datos de peso fresco (área útil) y peso de MS se llevó a t MS/ha en las diferentes edades y épocas.

Todas las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 60°C durante 72 horas, luego de ser pesadas, las sub muestras se procesaron en un molino de martillo, a un tamaño de partícula de 3 mm. El análisis bromatológico determinó el contenido de PC, FDN, FDA, lignina y MO, a partir de una sub-muestra general en cada edad y época (AOAC, 1980 y van Soest, 1994).

Análisis estadístico

Antes de realizar el análisis estadístico, se realizó la prueba Colmogorow - Smirnov (1939) y el gráfico de residuos vs. edad para cada variable, a fin de comprobar la normalidad de los datos, posteriormente se realizó un análisis de varianza del efecto de la edad y la época sobre el rendimiento en materia seca (MS), utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS[®], así como contraste de medias a través de la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Para las comparaciones

dentro de épocas se utilizó la opción SLICE en PROC MIXED de SAS.

De la información de rendimiento de las edades de corte, se derivaron ecuaciones de predicción.

De la información de composición química, se generaron ecuaciones descriptivas para la edad de acuerdo a la R^2 , R^2 ajustada y el valor P de la regresión.

Resultados y discusión

Rendimiento del pastizal nativo chilliwar (*Festuca dolichophylla*) a diferentes edades y épocas del año

El rendimiento de materia seca (MS) del pastizal chilliwar (*Festuca dolichophylla*) fue diferente ($P \leq 0.05$) entre épocas y edades de crecimiento (Cuadro 1), sin embargo no existió diferencias significativas en la interacción época por edad ($P \geq 0.05$).

La amplitud del rendimiento promedio fluctuó de 0.75 a 2.72 t MS/ha en la época seca y lluviosa, respectivamente. En la época de lluvias el mayor rendimiento se obtuvo a la edad de quince semanas, con 3.89 t MS/ha y la menor producción a la edad de tres semanas, con 1.18 t MS/ha (Cuadro 1).

En la época seca, el rendimiento fluctuó de 0.24 a 1.09 t MS/ha a las edades de tres a quince semanas, respectivamente.

Las ecuaciones de estimación del rendimiento se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Rendimiento (t MS/ha) de pasto chilliwar a diferentes edades durante la época seca y lluviosa en Tiahuanacu, Bolivia

Edad en semanas	Épocas		Media
	Lluviosa	Seca	
3	1.17 a	0.24 a	0.71
6	1.97ab	0.44 a	1.21
9	2.70ab	0.52 a	1.61
12	3.85 b	0.95 b	2.40
15	3.89 b	1.09 b	2.49
Media	2.72 (0.53) B	0.65 (0.16) A	

A,B: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). a,b: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Media (Error estándar)

Cuadro 2. Ecuaciones de estimación de rendimiento del pastizal chilliwar (*F. dolichophylla*) en diferentes épocas

Época	Ecuación de estimación	R ²	R ² ajustado	P
Lluvias	$y = -0.0087 \pm 0.0086x^2 + 0.4011 \pm 0.1571x - 0.03 \pm 0.6187$	97	94	0.0290
Seca	$y = 0.0018 \pm 0.0030x^2 + 0.0408 \pm 0.0551x + 0.10 \pm 0.2170$	96	92	0.0400

P = Valor de la superficie de respuesta

La variación en el rendimiento (Cuadro 1) del pastizal chilliwar (*F. dolichophylla*) encontrada en el presente trabajo, durante las dos épocas del año, se podría asociar a la distribución de las precipitaciones pluviales, las temperaturas del ambiente y probablemente la duración de horas sol durante el día.

El mayor rendimiento de forraje se obtuvo en la época de lluvias, esto probablemente a mayor disponibilidad de agua en época de lluvias que fue más constante (450 mm) comparada con la registrada en la época seca, donde la cantidad total de precipitación fue menor que en la época de lluvias (10.0 mm), así como las temperaturas máximas y mínimas (33°C y 18°C en la época seca, 32°C y 19°C en la época lluviosa), además probablemente hubo influencia por la presencia de le-

guminosas como el *Trifolium amabile*, siendo que las leguminosas tienen la particularidad de capturar el nitrógeno atmosférico y depositarlo a nivel de las raíces, lo cual es aprovechado por las gramíneas como la *Festuca dolichophylla* y otras, para desarrollar la parte foliar y así aumentar el rendimiento de materia seca por unidad de área (Loza 2012). En la época seca se tuvo rendimientos moderados debido a los factores como la humedad del suelo que se mantiene en la época seca.

Rendimientos similares han sido reportados para la época de lluvias en pastizal chilliwar en La Paz, provincia Pacajes, con 2.49 t MS/ha (Merlo *et al.* 2012.). Los resultados encontrados en el presente estudio, no coinciden con los reportados por Choque (2014), quien encontró, en el

estado de Puno en Perú, valores de 0.8 y 3.9 t MS/ha en la época seca y lluviosa, respectivamente. Esta discrepancia podría ser un efecto de la humedad existente en los suelos de los pastizales, en la época seca, además en el mes de agosto se presentó precipitaciones, lo que probablemente haya influenciado en el crecimiento de pastos en la época seca.

Proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina en diferentes edades

En el Cuadro 3, se presenta la composición química del pasto chilliwar (*F. dolichophylla*) para las cinco edades de rebrote y/o crecimiento de los pastos, correspondientes a dos épocas.

En ambas épocas, se observa que la PC se redujo conforme avanzó la edad de la planta, la reducción fue del 71.2% y 41.3% en época lluviosa y seca, respectivamente. En contraste, los contenidos de FDN, FDA y Lignina, se incrementaron en las dos épocas con la edad de la planta, en promedio 43.8% y 22.7%, respectivamente, tanto la reducción de proteína como los incrementos de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, pueden ser descritos mediante las ecuaciones presentadas en el Cuadro 4.

El contenido de PC, encontrado en el presente estudio, se relacionó negativamente con la edad y el rendimiento de MS en ambas épocas (Cuadros 1 y 3), lo cual concuerda con lo reportado para otros pastizales gramíneas por Loza (2012) y Merlo et al. (2012).

Cuadro 3. Composición química (%) del pastizal chilliwar (*Festuca dolichophylla*) a diferentes edades durante las épocas de lluvias, en Guaraya, Tiahuanacu

Época	Edad	MO	PC	FDN	FDA	Lig.
Lluviosa	3	80.5	18.4	49.3	29.9	7.1
	6	82.2	14.9	51.8	31.4	6.3
	9	85.5	14.0	63.8	31.9	7.6
	12	88.4	7.0	66.2	36.8	8.9
	15	86.3	5.3	79.9	42.7	10.1
Media (error estándar)		84.6 (1.4)	11.9 (2.5)	62.2 (5.5)	34.5(2.3)	8 (0.7)
Seca	3	88.2	10.4	36.3	28.1	5.5
	6	89.5	9.0	45.8	28.3	5.7
	9	87.5	8.5	59.8	33.7	5.6
	12	90.1	5.9	61.2	32.2	7.1
	15	88.7	6.1	70.6	35.7	9.3
Media (error estándar)		88.8 (0.5)	8.0 (0.9)	54.7 (6.1)	31.6 (1.5)	6.6 (0.7)

MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; Lig. Lignina

Cuadro 4. Ecuaciones de estimación de PC, FDN, FDA y Lignina del pasto chilliwar *F. dolichophylla* en dos épocas

	Época	Ecuación de estimación	R ²	R ² ajustado	P
PC	Lluvias	$y = -1.1367 \pm 0.1604x + 22.15 \pm 1.5960$	97	94	0.0058
	Seca	$y = -0.390 \pm 0.0704x + 11.49 \pm 0.7006$	95	91	0.001
FDN	Lluvia	$y = 0.1016 \pm 0.1010x^2 + 0.6914 \pm 1.8548x + 45.92 \pm 7.30$	96	92	0.038
	Seca	$y = -0.1015 \pm 0.0974x^2 + 4.6285 \pm 1.7875x + 23.14 \pm 7.03$	97	94	0.029
FDA	Lluvias	$y = 0.1047 \pm 0.0257x^2 - 0.8523 \pm 0.4728x + 31.84 \pm 1.8613$	98	97	0.0137
	Seca	$y = 0.6366 \pm 0.1746x^2 + 25.87 \pm 1.7380$	90	81	0.0355
Lig.	Lluvia	$y = 0.0317 \pm 0.0154x^2 - 0.2847 \pm 0.283x + 7.42 \pm 1.1156$	94	88	0.0481
	Seca	$y = 0.0444 \pm 0.0096x^2 - 0.50 \pm 0.1773x + 6.74 \pm 0.6982$	97	95	0.0201

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; Lig. Lignina. P: Valor del análisis de regresión

Esta disminución de la PC se atribuye a un incremento de la proporción de paredes celulares existente en los tallos, fracción que tiene una menor concentración de PC y la disminución de las hojas en otras gramíneas (Merlo *et al.* 2008).

Vega *et al.* (2006), Herrera y Ramos (1981) plantean que la disminución del contenido de PC con el aumento de la edad, se produce por la disminución de la actividad metabólica de los pastos, a medida que avanza la edad de rebrote, además del incremento de paredes celulares, con este incremento, la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes.

Considerando el requerimiento mínimo de los animales para mantenimiento, que es 7% de PC, en los pastos estudiados a partir de 12 semanas de crecimiento, se debería pensar en suplementación, de lo contrario los animales enflaquecerán.

La concentración de FDN, FDA y Lignina se incrementó a medida que la edad del pasto avanzaba, es decir en función a la madurez de los pastizales, independientemente de la época del año; esta tendencia concuerda con reportes de Loza (2012).

El contenido de FDN es un importante parámetro que define la calidad del forraje, ya que limita la capacidad ingestiva de los animales.

La concentración de FDN representa la fracción de paredes celulares del forraje que se correlaciona más estrictamente con el consumo voluntario de los animales, siendo que valores por encima de 60%, correlacionan de manera negativa (van Soest, 1965).

En el presente trabajo, los valores de FDN encontrados, estuvieron por encima del valor crítico de 60%, en las edades de 9 semanas, por lo tanto, el consumo voluntario de este forraje en pastoreo es

probable que esté limitado en las edades avanzadas.

El contenido de FDA es un factor importante para evaluar la digestibilidad de un alimento, en la medida que aumenta los tenores de FDA el forraje disminuye la digestibilidad de MS (Branco *et al.* 2006), el valor crítico es 30%, valores superiores a éste implican que la digestibilidad se reduce.

La concentración de lignina no tuvo cambios notorios con la edad de la planta, con la excepción de la edad de 15 semanas, esta tendencia probablemente esté relacionada con el manejo impuesto a la pastura, es decir remoción casi completa del componente aéreo, o que el pasto, aún a las 15 semanas de edad, no haya llegado a la madurez y menos a la floración y fructificación, donde la lignina se incrementa en grandes proporciones, como señala Anzola (2002).

Conclusiones

- Conforme avanzó la edad del pastizal nativo chilliwar (*Festuca dolichophylla*), el rendimiento de materia seca del forraje y la FDN, FDA y Lignina, se incrementan, mientras que el contenido de PC se redujo en las dos épocas evaluadas.
- Considerando el rendimiento de materia seca y el contenido de PC, se concluye que en la época de lluvias, la defoliación y/o pastoreo debe de realizarse con mayor frecuencia (alrededor de las 12 semanas de edad), en comparación con la época seca.

Referencias citadas

- Alzérreca H. 1987. Evaluación de un campo nativo de pastoreo en el altiplano semiárido del departamento de La Paz. Memorias de la Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia (26-29 agosto). PAC-CORDEOR-CEE. Oruro, Bolivia.
- Anzola D. 2002. Experiencias en el uso de forrajes de calidad en un sistema intensivo de producción lechera. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal.
- AOAC. 1980. Official methods for analysis. 13th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Branco A., Santos G., Jobim C., Coneglian S. 2006. Sustentabilidades em sistemas pecuários.
- Herrera S., Ramos N. 1981. Estudio morfo fisiológico de *Cynodon dactylon* vr. Coast cross. Primer Congreso de Ciencias Biológicas. Resúmenes. La Habana, Cuba.
- Loza L. 2012. Evaluación del rendimiento y composición química del pastizal chilliwar en épocas de lluvias en Tiahuanaco. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Boliviana, La Paz, Bolivia.
- Merlo E., Ramirez L., Ayala A., Ku C. 2008. Rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* a diferentes edades y épocas del año en Yucatán, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán México.
- Merlo E., Copa S., Loza L., Quispe E., Centellas N. 2012. Evaluación del rendimiento, composición florística,

- química y carga animal de cinco tipos de praderas nativas en la Estancia Larqa Uma de la provincia Pacajes del Altiplano Central de Bolivia. *Revista Ciencia Animal*. Universidad Pública de El Alto.
- van Soest P. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*. 24(3) 834-844.
- van Soest P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. *Forage Evaluation Techniques*. Ithaca: Comstock Pub. Cornell University. pp. 425-457.
- Vega M., Ramírez J., Leonard A., Adria I. 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *En línea*. Disponible en: www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506/050607.pdf Consultado en julio de 2018.

Agradecimientos

Se agradece a la Institución DIAA SRL por el financiamiento otorgado para la ejecución del presente trabajo y a los asesores de la hermana República de México.

Comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en praderas nativas y bofedales en Cochabamba

Vallejos Mirtha; Stemmer Angelika; Vildoza Dieter; Flores Marcelo

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón

E-mail de contacto: a.stemmer@umss.edu.bo

Resumen. El trabajo de campo del presente estudio se realizó durante la época seca del año 2016 en tres comunidades en la puna alta de la provincia de Bolívar, departamento de Cochabamba, con el objetivo de analizar el comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en praderas nativas y bofedales. Se empleó el método observacional sistematizado realizando filmaciones con videocámara de las llamas y usando planillas para los ovinos. Se observaron 6 llamas y 6 ovinos, los datos se analizaron con el software Observer XT. Según el sistema tradicional de manejo utilizado en la zona de estudio, las llamas se encontraron mayor tiempo en las serranías, en pajonales e iruchales, mientras que los ovinos prefirieron las planicies. En pastoreo de bofedales, llamas y ovinos dedicaron significativamente menos tiempo a la actividad de caminar y más tiempo a comer que en praderas nativas. La preferencia alimenticia de las llamas fueron las gramíneas duras, mientras que los ovinos prefirieron *Stipa hans meyeri* y las herbáceas blandas. Se concluye que conviene cercar praderas, porque las llamas criadas en pradera cercada se encontraron en mejor estado corporal. El método observacional con videocámara es adecuado para estudiar el comportamiento de llamas en pastoreo libre, pero no se pudo adaptar a la observación de ovinos.

Palabras clave: Ecosistemas; Camélidos sudamericanos; Palatabilidad; Selectividad

Introducción

El municipio de Bolívar, departamento de Cochabamba, está ubicado en la provincia del mismo nombre a 186 km de la capital del departamento. Su superficie aproximada es de 701 km². La altura va de 3600 a 4900 msnm. El clima es frígido de altiplano semiárido con una vegetación pobre. La temperatura media anual es de 8°C y la precipitación pluvial media anual de 361 mm. El 74% de esta se distribuye en los meses de diciembre a marzo.

En Bolívar, se destaca la explotación de llamas y ovejas como una actividad importante de sustento económico, con una población de 17.430 cabezas de llamas y

46.704 cabezas de ovinos (SENASAG, 2014, citado por ATICA, 2015).

El presente estudio busca conocer el comportamiento alimenticio de llamas y ovinos en pastoreo en praderas nativas y bofedales en el municipio de Bolívar como fundamento de manejo y producción racional con estas especies animales.

Los objetivos fueron describir y comparar la rutina alimenticia de llamas y ovinos en pastoreo, establecer parámetros de comportamiento en pastoreo de llamas y ovinos e identificar las especies forrajeras, arbustivas, herbáceas y gramíneas preferidas por llamas y ovinos en la zona de estudio

Materiales y métodos

La presente investigación aplicó una metodología observacional sistematizada. Se realizaron visitas mensuales a los criadores participantes en tres comunidades. El trabajo de campo se realizó durante la época seca en los meses de junio a noviembre del año 2016. En cada comunidad se trabajó con un rebaño de llamas y otro de ovinos. En cada rebaño fueron tomadas al azar 2 llamas y 2 ovinos para la observación del comportamiento en pastoreo. La observación se realizó durante las mañanas de 8:00 a.m. hasta 12:00 del mediodía, realizando la filmación con videocámara a las llamas y anotaciones en planillas de ovinos. Los datos se analizaron mediante el software especializado en estudios de comportamiento OBSERVER XT y estadísticas descriptivas. Se realizó la prueba de t para analizar diferencias en los parámetros de comportamiento de llamas pastoreando bofedales o pradera nativa.

Para la identificación de las especies forrajeras preferidas por las llamas y ovinos, se tomaron muestras que luego se identificaron por sus nombres comunes con la ayuda de las familias participantes del proyecto, la identificación científica se realizó con la ayuda del personal de la fundación ATICA.

Resultados y discusión

Pastoreo

El pastoreo tradicional en la zona de Bolívar es extensivo y el sistema está condicionado a las condiciones agroecológicas, climáticas y de vegetación reinantes en esta zona. Las especies animales predominantes son llamas y ovinos, que se crían en rebaños mixtos. Los criadores

pastorean sus animales en el territorio que pertenece a cada comunidad. El pastoreo se realiza en praderas nativas y bofedales, algunos a distancias lejanas dentro la comunidad. En el trayecto los animales van comiendo pastos que crecen en el camino hasta llegar a la zona de pastoreo propiamente dicha. El agua que consumen las llamas y los ovinos proviene de vertientes naturales.

Parámetros de comportamiento de llamas y ovinos

En llamas, se tomaron en cuenta seis comportamientos: caminar, comer, descansar/rumiar, comportamiento de confort (volcarse, rascarse, sacudirse), beber agua, orinar/defecar. Las llamas ocuparon entre 75% y 94% del tiempo para la actividad de comer. Las llamas de la comunidad de Jorengo pastorean un bofedal cercado; por eso pueden dedicar más tiempo al descanso y al comportamiento de confort. Las llamas dedicaron poco tiempo a beber agua; entre 0% y 1.6%. El comportamiento de orinar y defecar se observó en pocos casos; la mayoría de las llamas demuestran este comportamiento en la mañana al salir del corral y en el momento de tomar agua.

En el Cuadro 1 se comparan las actividades de llamas en pastoreo de bofedales por un lado y de pradera nativa por otro lado. Las llamas pastoreando en pradera nativa ocuparon significativamente más tiempo para caminar que las llamas pastoreando en bofedales, por la menor cobertura vegetal en la pradera nativa que obliga a los animales a recorrer distancias más largas para satisfacer sus requerimientos nutricionales. El tiempo que las llamas dedicaron a las otras actividades no mostró diferencia significativa entre llamas en pradera nativa y bofedales en ninguna actividad.

Cuadro 1. Tiempo promedio (en %) de actividades de llamas en pastoreo en bofedales y pradera nativa

Actividad del animal	Tipo de pradera	n	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Caminar	Bofedal	4	5.45 *	1.91	0.95
	Pradera nativa	2	11.60 *	0.14	0.10
Comer	Bofedal	4	76.73	19.57	9.79
	Pradera nativa	2	80.60	8.49	6.00
Descansar / Rumiar	Bofedal	4	14.88	19.04	9.52
	Pradera nativa	2	7.35	8.27	5.85
Confort	Bofedal	4	1.78	1.40	0.70
	Pradera nativa	2	0.45	0.35	0.25
Beber agua	Bofedal	4	0.70	0.82	0.41
	Pradera nativa	2	-	-	-
Orinar / Defecar	Bofedal	4	0.48	0.62	0.31
	Pradera nativa	2	-	-	-

* Diferencia significativa $p \leq 0.05$

Fuente: Elaboración propia

En un estudio con alpacas en Chile, Raggi *et al.* (1994) reportaron los siguientes tiempos dedicados a comer: 79.3% de 9 horas en pastoreo en alpacas en altiplano, 63.3% en pradera baja y 52.7% en sistema intensivo. En consecuencia, las alpacas criadas en altiplano dedicaron menos tiempo a rumiar y descansar que los animales criados en zonas bajas.

En ovinos en pastoreo, se distinguieron solamente los comportamientos de caminar y comer. En las comunidades de Falsuri y Jorencó, los ovinos dedicaron mayor tiempo a comer (entre 89.5 y 97.0%) y poco tiempo a caminar (entre 3.0 a 10.5%).

En cambio en la comunidad de Arco, el tiempo dedicado a caminar fue mucho más, 22.2 y 24.5%.

En consecuencia, el tiempo para comer se redujo a 75.5 y 77.8%. Comparando el comportamiento de caminar y comer en pastoreo en las tres comunidades, se puede ver que los animales en pradera nativa (Arco) dedicaron más tiempo a desplazarse que los animales pastoreados en bofedal (Falsuri y Jorencó). Esto indica que en pradera nativa, los ovinos necesitan más tiempo en la búsqueda de forraje que les sea apetecible.

El comportamiento de descansar/rumiar no se observó en los ovinos durante las horas de pastoreo, solo en el momento que toman agua o en las tardes antes de entrar a sus corrales.

El comportamiento de confort se constituye en las actividades de rascarse y sacudirse, actividades a las que dedican pocos segundos a la vez y pocas veces durante el pastoreo. Durante el periodo de observación, los ovinos consumieron

agua antes de trasladarse a las praderas nativas en Falsuri y Jorengo, mientras que en Arco, no se podía observar el consumo de agua durante el pastoreo porque esta pradera nativa no tiene espejos de agua. El comportamiento de orinar y defecar se observó con más frecuencia en ovinos durante el pastoreo que en llamas. Además, los ovinos orinan y defecan en cualquier lugar donde se encuentren, mientras que las llamas usan solamente los defecaderos. Comparando la rutina alimenticia de las dos especies animales, el tiempo de pastoreo por día es diferente: las llamas pastorean más de 10 horas mientras que los ovinos quedan aproximadamente 8 a 9 horas en pastoreo.

Según otras investigaciones realizadas en las provincias de Tapacarí (Aguilar, 2010) y de Ayopaya (Maldonado, 2008), el pastoreo de llamas en pradera nativa se realiza durante todo el día de 9 a 10 horas continuas. León (1996), observando ovinos en pastoreo en la provincia Carrasco, indica que en época de estiaje los animales deben recorrer mayores distancias para poder consumir pastos palatables, lo

cual significa un desgaste energético; esto no sucede en época lluviosa cuando el pastoreo se realiza en las cercanías a la vivienda y en los terrenos de descanso. En promedio los ovinos pastorean 8 horas por día.

Identificación de especies forrajeras preferidas por llamas y ovinos

En Falsuri se evidenció una asociación vegetal conformada por pajonales y pastizales. En la evaluación se identificaron 13 especies vegetales pertenecientes a cinco diferentes familias botánicas, donde en mayor cantidad se encontraron pastos nativos como iru ichu (*Festuca orthophylla*), pampa pasto o rama (*Alopecurus bracteatus*) y burro ichu (*Stipa ichu*); las otras especies existen en menor cantidad, aunque son importantes al ser palatables para llamas y ovinos. En la Figura 1 se observa la preferencia de las llamas pastoreando bofedal. En Jorengo se encontró una comunidad dominante de gramíneas duras (pajonal e iruchal), en la cual se identificaron 15 especies de siete familias.

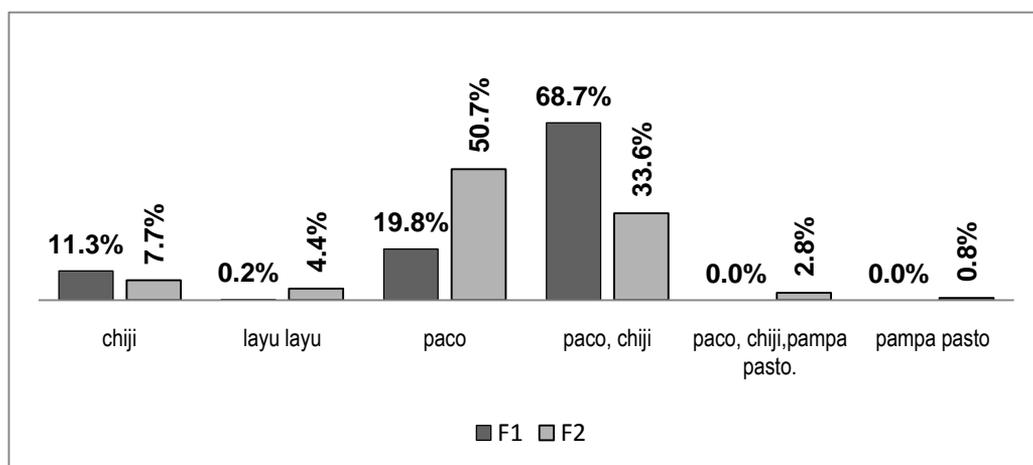


Figura 1. Especies forrajeras de mayor consumo por llamas en bofedal

F1 y F2: las dos llamas observadas.

Fuente: Elaboración propia

Dos especies están presentes en ambos sitios, en bofedal y pradera nativa. La mayor cantidad de pasto nativo constituyen el iru ichu (*Festuca orthophylla*), la yareta o yaretilla (*Picnophyllum mole*) y la pampa pasto o rama (*Alopecurus bracteatus*). En Arco se encontraron 13 especies forrajeras pertenecientes a siete diferentes familias botánicas, con dominancia de paco (*Stipa hans meyeri*), iru ichu (*Festuca orthophylla*) y kanlla kiska (*Traglochin cristatum*).

Comparando las preferencias alimenticias de llamas y ovinos, se observó que en pradera nativa, los ovinos tienden a buscar partes tiernas de las plantas, comiendo pocos mordiscos a la vez y desplazándose de nuevo. En cambio las llamas tienden a comer partes tiernas y toscas de las plantas, quedándose más tiempo que las ovejas en un solo sitio antes de moverse.

Las especies más preferidas por las llamas fueron iru ichu (*Festuca orthophylla*), paco (*Stipa hans meyeri*) y chiji (*Alchemilla pinnata*). En el caso de los ovinos, la especie más consumida fue el paco (*Stipa hans meyeri*) seguido de chiji (*Alchemilla pinnata*). En pradera nativa, la tercera especie más consumida fue el iru ichu (*Festuca orthophylla*) y en bofedal el chiqui pasto (*Alchemilla pinnata*).

Conclusiones

- Según el sistema tradicional de la zona de estudio, las llamas se encontraron mayor tiempo en las serranías, en pajonales e iruchales, mientras que los ovinos prefirieron las planicies. El método observacional con videocámara es adecuado para estudiar el comportamiento de llamas en pastoreo libre, pero no se pudo adap-

tar a la observación de ovinos. La zona de fuga de las llamas fue de 5 metros, mientras esta zona en los ovinos fue de 10 o más metros. Estos animales son inquietos y se mueven más rápido, otra dificultad de observación fue que los ovinos que son de tamaño pequeño, no dejan ver las especies que están consumiendo.

- En el bofedal cercado de la comunidad de Jorengo se pudo observar que las llamas se encontraron en mejor estado corporal que las llamas en Falsuri. Estas últimas no tienen un espacio reservado para ellas sino comparten el bofedal con otras especies animales como ovinos, burros, bovinos y cerdos.
- En pastoreo de bofedales, llamas y ovinos dedicaron significativamente menos tiempo a la actividad de caminar y más tiempo a comer que en praderas nativas, indicando que pueden cubrir sus requerimientos nutricionales mejor en el espacio reducido del bofedal.
- El comportamiento alimenticio es relativamente diferente en llamas y ovinos. La preferencia alimenticia de las llamas fueron las gramíneas duras *Festuca orthophylla*, *Stipa hans meyeri*, mientras que los ovinos prefirieron *Stipa hans meyeri* y las herbáceas blandas como *Alchemilla pinnata*.
- La especie de mayor consumo en época seca fue *Stipa hans meyeri* (paco), que se encuentra mayormente en bofedales, pero también en praderas nativas y es apetecible para ambas especies, aunque en mayor grado para ovinos.

Referencias citadas

- Aguilar E. 2010. Efecto de la implementación de corrales para llamas en comunidades de Chuñuchuñuni, Chaupirancho y Antakawa de la provincia Tapacarí, del Departamento de Cochabamba. Trabajo dirigido Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. UMSS, Cochabamba. Bolivia. pp. 28-30.
- ATICA (Fundación Agua y Tierra Campesina) 2015. Plan de Desarrollo Municipal. Biocultura de Bolivia. Información interna. Cochabamba, Bolivia. pp. 115.
- León O. 1996. Determinación de la época adecuada para la parición en las ovejas criollas (*Ovis aries*) en las alturas de Totora de la provincia Carrasco, Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS. Cochabamba, Bolivia. pp. 43-53.
- Maldonado R. 2008. Evaluación del impacto de estrategias integrales en la producción de llamas comparado con el sistema de manejo tradicional en la Cordillera del Tunari, Cochabamba, Tesis Ing. Agr. Zootecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS Cochabamba, Bolivia. pp. 32-38.
- Raggi L., Jiliberto E., Urquieta B. 1994. Feeding and foraging behaviour of alpaca in northern Chile. *Journal of Arid Environments*. 26: 73-77

Agradecimientos:

A los comunarios del municipio de Bolívar que participaron en el trabajo de campo.

A los técnicos de la Fundación ATICA.

A la Cooperación Suiza por el financiamiento del Proyecto PIA-ACC UMSS 07.

Evaluación preliminar de la virosis del achaparramiento en parcelas experimentales de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Cochabamba

Coca-Morante Mario; Achá Nilo; Calani Arnold; Meneses Ruddy

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón

E-mail de contacto: agr.mcm10@gmail.com

Resumen. La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una de las especies forrajeras más importantes a nivel mundial. En Bolivia, se cultivan en diferentes zonas andinas e interandinas. Al presente, se conoce que una diversidad de enfermedades causadas por hongos, afectan a la producción de alfalfa, sin embargo todavía no se conocen reportes de enfermedades causadas por virus. En el periodo 2006-2008, se verificó en campo, la presencia de sintomatologías de enfermedades causadas por virus. El año 2008, se implementó una investigación sobre parcela establecida el año 2006, con doce cultivares de alfalfa, en la localidad de Tiquipaya (2480 msnm), en el departamento de Cochabamba, con los objetivos de describir la sintomatología de enfermedades virósicas, evaluar y analizar la incidencia de éstas y estimar los efectos en el rendimiento en forraje. Primeramente, se estimó la incidencia, sobre esta base se estimó el AUDPC (*área bajo la curva de progreso de la enfermedad*) y luego se hizo un análisis de las CPE (*curvas de progreso de la enfermedad*), utilizando el *logit* para enfermedades policíclicas y se determinó el rendimiento en forraje. Los síntomas de deformación de hojas, la presencia de nervaduras engrosadas y enaciones y la disminución en el tamaño de la planta, aparentemente están relacionados con el virus del achaparramiento de la alfalfa. Todas las variedades mostraron diferentes niveles de incidencia y el AUDPC muestra que existen diferencias en el nivel de incidencia de la enfermedad. Por otra parte, todos los cultivares muestran tener diferentes tasas de infección aparente (r), siendo la más baja en el cultivar Cóndor (0.072)/día y la más alta en el cultivar Tamborada (0.113/día). Se demuestra que los cultivares alcanzaron diferentes rendimientos de materia seca y mostraron una correlación negativa con el AUDPC.

Palabras clave: Forrajes cultivados; Fitopatología; Incidencia de enfermedades

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una de las especies forrajeras más importantes en Bolivia. Se cultiva, principalmente, en las zonas de valles interandinos (2000-2700 msnm), altiplano (3800 msnm) y punas altoandinas (3800 - 4200 msnm).

En Bolivia, existe un sistema nacional de abastecimiento de semillas liderizado por el *Centro de Investigación en Forrajes* (CIF-UMSS), y la empresa universitaria

Semillas Forrajeras (SEFO), aunque también existe un sector tradicional importador de semillas.

Al presente se ha reportado una variedad de enfermedades causadas principalmente por hongos (Coca-Morante 2012). Sin embargo, muy escasamente se ha mencionado enfermedades causadas por virus en Bolivia (Otazu et al. 1984). A nivel mundial se han reportado enfermedades causadas por virus (Samac et al. 2015).

Entre los virus más reportados, causantes de enfermedades en alfalfa están: *Alfalfa Enation Virus* (AEV); *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV); *Bean leaf roll Virus* (BLRV); *Lucerne transient streak Virus* (LTSV); *Pea Streak Virus* (PeSV); *Red Clover Vein Mosaic Virus* (RCVMV) (Samac *et al.* 2015).

Recientemente se ha reportado la presencia y distribución de una enfermedad causada por virus en diferentes países (Odorizzi *et al.* 2016). En Bolivia se registró sintomatología de deformación de hojas, aparentemente causada por virus en diferentes valles interandinos (Coca-Morante 2012).

El presente trabajo de investigación, se diseñó debido a la importancia y riesgo por la presencia de esta enfermedad en nuestro medio. Así, se plantearon objetivos tendientes a describir la sintomatología de enfermedades virósicas, evaluar y analizar la incidencia de estas enfermedades y estimar los efectos sobre el rendimiento en forraje, en variedades de alfalfa, manejadas por el CIF-UMSS.

Materiales y métodos

El 24 de enero de 2006 se sembró una parcela experimental en predios del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS), en la localidad de Tiquipaya (valle central, a 2480 msnm), en la provincia Quillacollo, Cochabamba.

Se trabajó con doce cultivares de alfalfa, provenientes del programa de multiplicación de semilla del CIF “La Violeta”. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, 10 surcos por unidad experimental, cada surco de 8 m de largo por 0.2 m entre surco, y la siembra a una densidad de 25 kg/ha.

La evaluación de la incidencia de la enfermedad “*virosis*” de la alfalfa, se realizó entre el 8 y 29 de abril del año 2008, en fase fenológica previa a la floración.

La incidencia se evaluó sobre la superficie de 1 m² del total de la unidad experimental, contando el número de surcos comprendidos. Después de un corte realizado la tercera semana de marzo y de acuerdo con la siguiente relación (Campbell y Madden 1990) para estimar la incidencia de la enfermedad en porcentaje:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Nro. de plantas con virosis}}{\text{Nro. total de plantas}} * 100$$

Con los datos de incidencia se estimó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) utilizando la fórmula:

$$\text{AUDPC} = \sum (y_i + y_{i+1}/2) (t_{i+1} - t_i)$$

con los mismos datos, se analizaron las curvas de progreso de la enfermedad (CPE), linearizando con el *logit* LN (y/1-100) (Campbell yMadden1990).

El rendimiento en forraje (en materia verde y materia seca) se estimó a partir de un muestreo, a 45 días después del corte anterior, evaluando 1 m², eliminando previamente el efecto bordura. Se cortó el forraje a 5 cm del suelo. Se pesó en verde la totalidad del forraje y se tomó una sub muestra de 150 g para determinar la materia seca, utilizando un horno de circulación de aire caliente a 105°C por aproximadamente 24 a 48 horas (hasta peso constante).

Obtenido el valor de la materia seca, se calculó el porcentaje de materia seca para expresar el rendimiento de forraje en kg o toneladas de materia seca por unidad de superficie.

Resultados y discusión

Síntomas de la virosis. La enfermedad afecta a toda la parte aérea de la planta, siendo el síntoma más notable la deformación y arrugamiento de los folíolos (Figura 1 C). En el envés de los folíolos, la nervadura central y secundaria se presentan más engrosadas, mostrando una formación de papilas, semejantes a pequeñas verrugas adheridas en las nervaduras, que conforme desarrolla la planta,

dicho sector del peciolo se torna más quebradizo (Figura 1 D).

En general, las partes apicales de las plantas son más notables con la deformación de folíolos (Figura 1 B).

Otro síntoma asociado es el enanismo o achaparramiento de la planta (Figura 1 A) y un ligero amarillamiento (dependiendo de la variedad) de las nervaduras y folíolos.



A



B



C



D

Figura 1. Síntomas de la virosis de la alfalfa:
A: Planta con síntomas de achaparramiento.
B: Deformación apical de folíolos.
C: Deformación de la superficie de los folíolos.
D: Folíolos con nervaduras engrosadas y con formación de verrugas sobre la nervadura central y secundarias.

Incidencia de la enfermedad. Todas las variedades presentaron diferentes niveles de incidencia de virosis (Figura 2). En general, hasta la 4^{ta} lectura (29/04/2008), la incidencia de la virosis osciló entre 45% y 70%. En todas las variedades, al principio o inicio de desarrollo después del corte, la enfermedad fue leve pero, al final de la cuarta lectura (inicio de floración), la enfermedad alcanzó altos niveles de incidencia.

Análisis de las CPE (curvas de progreso de la enfermedad). Los valores estimados de AUDPC (área bajo la curva de progreso de la enfermedad) muestran diferentes niveles o valores de la enfermedad virósica en los cultivares, siendo los cultivares Tamborada, UMSS 2001 y Altiplano, los que muestran los menores niveles de AUDPC; en contraste, los más altos niveles se muestran en los cultivares Africana, Gilboa y Cóndor (Figura 3).

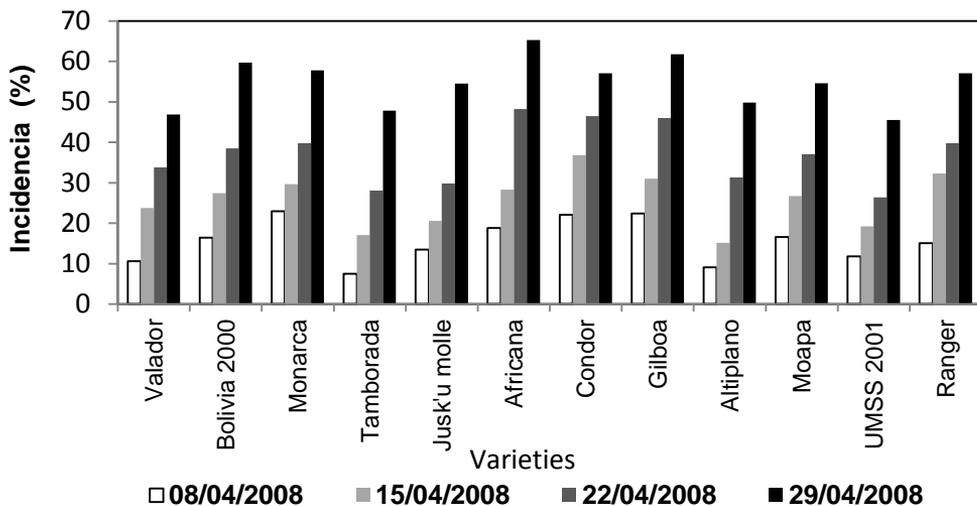


Figura 2. Incidencia del virus del achaparramiento en cultivares de alfalfa

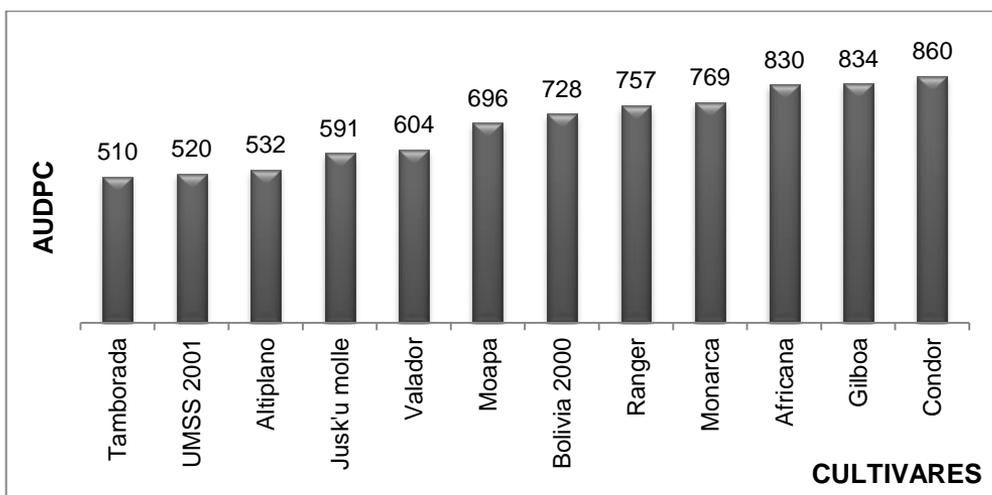


Figura 3. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) en doce cultivares de alfalfa en Cochabamba

Realizando la linearización de las curvas de progreso de la enfermedad, se muestra que en todos los cultivares los coeficientes de determinación (R^2) son altos, pero, se muestran diferentes valores de “tasas de infección aparente” (r) (Cuadro 1). En el Cuadro 1 se agrupó por aproximación las tasas de infección. En un extremo bajo se encuentran las tasas más bajas: cultivar Cónдор (0.072/día) y cultivar Gilboa (0.083/día) y en el otro extremo las tasas más altas: cultivar Altiplano (0.112/día) y Tamborada (0.113/día).

Cuadro 1. Resumen de la linearización de doce variedades de alfalfa evaluadas en Cochabamba

Variedad	R^2	r
Cónдор	0.9789	0.072
Gilboa	0.9930	0.083
Moapa	0.9947	0.084
UMSS 2001	0.9798	0.084
Monarca	0.8443	0.084
Ranger	0.9647	0.091
Valador	0.9732	0.093
Bolivia 2000	0.9893	0.094
Jusk'u molle	0.9622	0.094
Africana	0.9927	0.102
Altiplano	0.9927	0.112
Tamborada	0.9954	0.113

De acuerdo con Madden (2007), las tasas de infección aparente (pendiente de la recta), estiman la velocidad media de incremento en el tiempo de la evaluación de la enfermedad. Por tanto, las tasas obtenidas estiman que en aproximada-

mente 28 días, la enfermedad virósica, alcanza tasas de infección de entre 0.072 a 0.113/día. Estos valores indican que la enfermedad virósica tiene un carácter policíclico (Madden 2007). Por otra parte, la tasa de infección aparente, también estima la característica de resistencia genética de la planta (Madden 2007). Por esta razón, se puede asumir que existe alguna probabilidad de existencia de resistencia en los cultivares evaluados, en especial, en los cultivares: Cónдор, Gilboa, Moapa, UMSS 2001 y Monarca, y mayor susceptibilidad en los cultivares Altiplano, Africana y Tamborada (Cuadro 1).

Las linearizaciones de los cultivares con tasas bajas (cultivar Cónдор) y altas (cultivar Tamborada), se muestran en la Figura 4A y 4B, respectivamente. Ambos cultivares representan a grupos de reacción diferente a la enfermedad en campo. Por una parte el cv. Cónдор con una respuesta aparente de mayor tolerancia, y el cv. Tamborada, con mayor susceptibilidad a la enfermedad.

Rendimiento en forraje

Los cultivares alcanzaron diferentes niveles de rendimiento en materia seca (Figura 5). Existe diferencia estadística entre las variedades Cónдор vs. Tamborada, Jusk'u Molle y Altiplano.

Realizando la correlación entre materia seca y AUDPC, se muestra que ésta es negativa, es decir, a mayores valores de AUDPC, los valores de materia seca disminuyen (Figura 6).

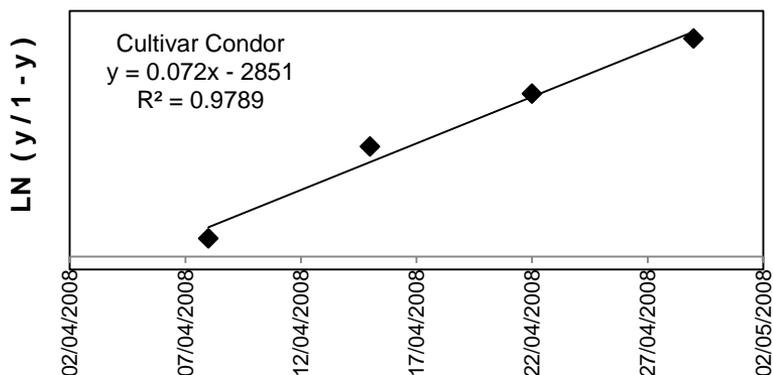


Figura 4 A. Linearización de 4 CPE en un cultivar de alfalfa con tasa de infección aparente baja (cultivar Cónдор)

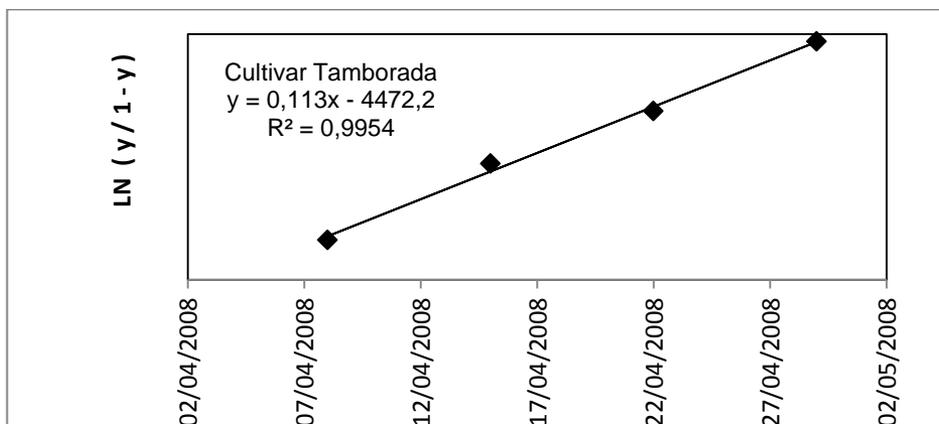


Figura 4 B. Linearización de 4 CPE en un cultivar de alfalfa con tasa de infección aparente alta (cultivar Tamborada)

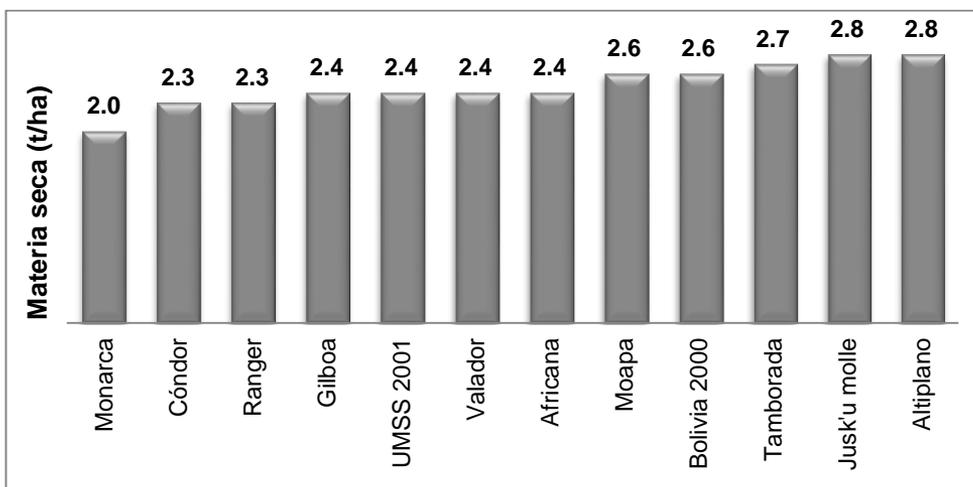


Figura 5. Rendimiento en materia seca para doce cultivares de alfalfa evaluados en el CIF “La Violeta”

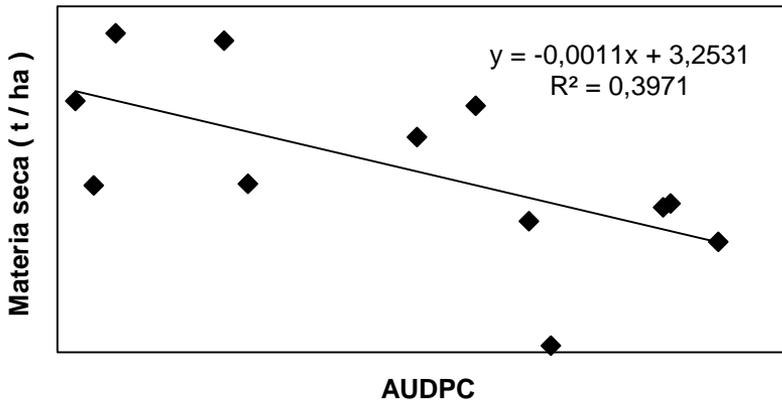


Figura 6. Correlación entre rendimiento de materia seca y AUDPC en doce cultivares de alfalfa evaluados en el CIF “La Violeta”

Conclusiones

- Los síntomas foliares de la virosis del alfalfa, son similares a la virosis del achaparramiento de la alfalfa.
- Los doce cultivares evaluados presentaron diferentes niveles de incidencia de virosis de la alfalfa.
- Las *curvas de progreso de la enfermedad* (CPE) de los doce cultivares, muestran aproximarse a patrones exponenciales con tasas de infección aparente, entre 0.07 a 0.11/día.
- Se estimó una correlación negativa entre el rendimiento en materia seca y el *área bajo la curva de progreso de la enfermedad* (AUDPC).

Referencias citadas

Campbell L., Madden V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons. New York, USA. 532 p.

Coca-Morante M. 2012. *Enfermedades emergentes de la alfalfa causadas por hongos*. Editorial Kipus. Cochabamba, Bolivia.

Madden V., Hughes G., van den Bosch F. 2007. *The study of plant disease epidemics*. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 421 p.

Odorizzi A., Cornacchione V., Arolo V., Basigalup H., Mijoevich L., Balzarini M. 2016. *Evaluación de la virosis del achaparramiento de la alfalfa (Medicago sativa L.) en dos ambientes contrastantes de Argentina*. AGRISCIENTIA, 2017. 34 (II): 69-81.

Otazu V., Brown M, Quitón H. 1984. *Enfermedades de las plantas en Bolivia*. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, Instituto de Tecnología Agropecuaria, Consorcio Internacional para el Desarrollo. Cochabamba, Bolivia. 31 p.

Samac A., Rhodes H., Lamp O. (eds.) 2015. *Compendium of alfalfa diseases and pests*. 3rd ed. APS Press. St. Paul. MN.

Evaluación agronómica de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), con y sin aplicación de biol y riego por goteo en carpa solar de la UAC -Tiahuanacu

Mamani Franklin; Serrano Teófilo; Rojas Abel

Carrera de Ingeniería Agronómica, Unidad Académica Campesina Tiahuanacu;
Universidad Católica Boliviana

E-mail de contacto: a.rojas@entelnet.bo

Resumen. El estudio se realizó en la Unidad Académica Campesina (UAC) Tiahuanacu, evaluando el efecto del biol en tres cultivares de alfalfa (Ranger A, Jolla e Icon) bajo carpa solar, aplicando el diseño bloques completamente al azar bifactorial, con seis tratamientos y seis repeticiones, aplicando biol de bovino (0 y 50%), cada 14 días, el riego fue por goteo con frecuencia de día por medio. El biol se obtuvo de un biodigestor de manga y flujo continuo. El trabajo comprendió tres fases: muestreos, construcción y siembra de alfalfa, las variedades que presentaron mayor altura de planta fueron aquellas con el tratamiento de aplicación de biol 50%, con un promedio anual de 45 cm; el cual es superior al tratamiento sin biol (43 cm) y con promedio general de 44 cm; los rendimientos encontrados de las tres variedades con biol 50%, fue de 2.73 kg MV/m² superior al tratamiento sin biol, donde se tuvo 1.92 kg MV/m², con un promedio general de 2.33 kg. En cuanto a rendimiento proyectado por hectárea, para las tres variedades con biol 50%, se tuvo una media de 27.3 t MV/ha; los tratamientos sin biol muestran menores rendimientos, con 19.2 t MV/ha, con un promedio general de 23.3 t/ha. Para materia seca, con biol 50 %, se tiene un promedio de 3.5 t MS/ha, superior a los tratamientos sin biol donde se llegó a 2.5 t MS/ha, con una promedio general de 3.1 t MS/ha. Finalmente los tratamientos con mayor relación C/B fueron el T4 (con la variedad Jolla) y el T6 (con la variedad Icon), ambos con biol 50%, teniendo que por cada boliviano invertido, se recupera 1.01 y 1.02 Bs, seguido por los tratamientos T3 y T2 (sin biol) con los que se tuvo solamente 0.72 Bs para la relación B/C.
