

Conservación de forraje de vegas como heno enrollado en la isla de Tierra del Fuego Argentina

Meadows forage conservation as big baled hay at the Argentinian "Tierra del Fuego" island

**Jaurena¹, G., Livraghi², E., Alvarez Ugarte³, D.,
Ceccaldi⁴, E. y Molina⁵, R.**

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires
Agencia de Extensión Rural Río Grande (INTA)
Agencia de Extensión Rural Ushuaia (INTA)

Resumen

La actividad ganadera en Tierra del Fuego se caracteriza por la explotación extensiva de ovinos doble propósito (Corriedale) y bovinos para carne sobre recursos forrajeros de oferta variable a lo largo del año (cuanti-cualitativamente). Aunque escasamente empleados, los rollos de heno dispuestos a la intemperie constituyen la principal forma de conservación de forrajes. El objetivo de este trabajo fue medir las pérdidas de almacenamiento de los rollos para un sistema típico de la isla y evaluar alternativas mejoradoras. Se estudió el efecto del sitio (vega, V; faldeo, F) y tipo de estiba: simple (S) y mejorada (M), apoyándolos directamente sobre el suelo, o sobre tarimas y cubiertos con polietileno. Además se conservaron rollos bajo galpón apoyados sobre tarimas (Ga). Se confeccionaron 5 rollos por tratamiento a partir de una vega típica que fueron muestreados el 15/01/2008 (t0, material original), 17/01 (t1, día de confección), 13/05 (t2, preinvernal) y 16/09 (t3, postinvernal) y el 16/04/2009 (t4). Los rollos fueron caracterizados por sus índices de simetría (IS) a t0 y t3. Las pérdidas directas (P_{Dir}) de materia seca (MS) fueron estimadas por diferencia entre los pesos de los rollos a t0 y t4; las pérdidas indirectas (P_{Ind}) se estimaron a t4 a partir del material deteriorado periférico. Los tratamientos fueron comparados por análisis de varianza según un diseño en bloques completos aleatorizados con medidas repetidas. El IS disminuyó desde 0.97 a 0.84 entre t1 y t3. Se registraron diferencias ($p < 0,05$) en las P_{Dir} (Ga= 1,5%, M= 6,1% y S= 13,7%) y en las P_{Ind} (Ga= 0,9%, M= 2,1% y S= 24,0%). La composición química y la digestibilidad aparente *in vitro* (S= 600, M= 650 g/kg DM, $p < 0,05$) de la MS del forraje de los rollos S sugirieron menor calidad que aquellos del tratamiento M. Se concluyó que la estiba S indujo cuantiosas P_{Dir} (c.a. 15%) y P_{Ind} (c.a. 24%), y de calidad. Las condiciones mejoradas redujeron sustancialmente dichos efectos.

Palabras clave: heno enrollado, conservación de forrajes, pérdidas de almacenamiento, utilización de vegas nativas.

Recibido: agosto de 2009

Aceptado: diciembre de 2009

1. Ing. Agr., MSc., PhD, Profesor Asociado - Centro de Investigación y Servicios en Nutrición Animal (CISNA) - Facultad de Agronomía, Univ. de Buenos Aires. www.agro.uba.ar/servicios/cisna; e-mail: gjaurena@agro.uba.ar

2. Ing. Agr. AER Ushuaia - INTA

3. Ing. Agr. - Departamento de Producción Animal - Facultad de Agronomía, Univ. de Buenos Aires.

4. Med. Vet. AER Río Grande - INTA

5. Ing. RRNN - AER Río Grande - INTA

Summary

Livestock activity in "Tierra del Fuego" is characterized by extensive dual purpose sheep (Corriedale) and beef cattle exploitation on forage resources of variable offer over the year (quanti-qualitatively). Although loosely employed, big round bales of hay kept outdoors are the main form of forage conservation. The objective was to size the big round bales storage losses for a typical system of the island and assess improving alternatives. Factors studied were the site (meadow, M; slope, S) and type of storage (plain and enhanced, setting the bales on the ground or on a pallet covered with polyethylene, respectively P and E). Additionally, some bales were kept under shelter resting on pallets (Sh). Five big round bales were made by treatment from a typical meadow and were sampled the 15/01/2008 (t0, original material), 17/01 (t1, baling), 13/05 (t2, pre-winter), 16/09 (t3, after-winter) and 16/04/2009 (t4). Bales were characterized by their Symmetry Index (SI) at t0 and t3. Direct dry matter (DM) losses (Dir) were estimated by the bales weight difference between t0 and t4; indirect DM losses were sized at t4 from the outer deteriorated material. Treatments were compared by analysis of variance according to a randomised complete block design with repeated measures. The SI declined from 0.97 to 0.84 between t1 and t3. Differences ($p < 0.05$) were recorded in Dir (Sh = 1.5%, E = 6.1% and P = 13.7%) and Ind (Sh = 0.9%, E = 2.1% and P = 24.0%) DM losses. Hay chemical composition and *in vitro* apparent DM digestibility (P = 600, E = 650 g/kg DM, $p < 0.05$) of forage from bales S suggested lower quality than those from treatment M. It was concluded that P storage induced substantial Dir (c.a. 15%) and Ind (c.a. 24%), as well as quality losses. Enhanced conditions substantially reduced these effects.

Key words: big round bales, forage conservation, storage losses, native meadows utilization.

Introducción

La actividad ganadera en la isla de Tierra del Fuego (1.100.000 ha de aptitud ganadera) está estrechamente ligada a la explotación extensiva de ovinos doble propósito (Corriedale; ca. 530.000 cabezas para 1999) y bovinos (ca. 36.000 cabezas) (Jacob et al., 1999).

Las condiciones agro-ecológicas de la isla presentan limitantes hídricas, térmicas y edáficas que condicionan severamente la respuesta de los pastizales. Existe una marcada estacionalidad en la producción de forraje desde fines de primavera al principio del otoño, y un período invernal con nula productividad, donde gran parte del pastizal queda bajo el agua, hielo y nieve, descomponiéndose y desaprovechándose. La mayor productividad forrajera se circunscribe a los ambientes húmedos ubicados en sectores bajos y asociados a cursos de agua (*i.e.* vegas o mallines) (Suárez, 2006). El aislamiento geográfico limita el ingreso de insumos, determinando que los sistemas ganaderos fueguinos sean fuertemente dependientes del aprovechamiento

directo de los recursos forrajeros (naturales o implantados). Este sistema de producción, que por cierto lleva más de un siglo, ha permitido una producción rentable, pero existe un importante horizonte de mejora en el aprovechamiento de los recursos forrajeros y en la minimización de los riesgos.

El empleo de técnicas asociadas al manejo del pastizal como riego, fertilización, elección y mejoramiento genético de especies forrajeras, han mostrado un fuerte impacto sobre la productividad primaria y secundaria (Jacob et al., 1999; Bottaro et al., 2003; Utrilla, 2004). Por su parte la adopción de tecnología que permita la conservación de forrajes constituiría una herramienta clave para evitar el desperdicio del forraje acumulado durante la estación de crecimiento y atemperar los desbalances de oferta forrajera. Es de destacar que a pesar de la severa restricción ambiental y de la recurrencia de condiciones extremas (*e.g.* sequías, nevadas y temporales durante la parición; Sturzenbaum y Borrelli, 2001), no existen estrategias consolidadas que prevean el acopio de forrajes.

La elaboración de reservas forrajeras contribuiría a abaratar los costos de alimentación invernal dependientes de la "importación" de fardos provenientes de otras provincias. En forma adicional, es de destacar que la aparición de nuevas oportunidades comerciales para los productos ganaderos patagónicos asociados al mercado de exportación de carne ovina, demandará cumplir en tiempo y forma con los compromisos comerciales, por lo que sería necesario instrumentar adaptaciones en los sistemas de producción animal. La alimentación, aunque constituye sólo uno de los factores involucrados en el éxito de la producción animal, resulta esencial para expresar el potencial genético y además agrupa una serie de prácticas de alto impacto sobre la productividad y de alta velocidad de respuesta.

La adopción de técnicas de conservación de forrajes en la isla se circunscribe exclusivamente a la henificación de verdeos, pasturas convencionales y vegas mejoradas, cuyo destino principal es la suplementación invernal de vacas de cría en gestación avanzada, animales de trabajo y de cabaña. El heno confeccionado en la isla se presenta mayoritariamente enrollado para el caso de las vegas mejoradas y en fardos para las pasturas implantadas (e.g. pasto ovillo, trébol).

La henificación de las vegas suele hacerse en marzo, al fin de la estación de crecimiento cuando la acumulación de materia seca (MS) es máxima y se cuenta con cierta disponibilidad de mano de obra, al desafectarse de otras actividades consideradas de mayor importancia. Cabe destacar que no existen contratistas que brinden este servicio como así tampoco emprendimientos cooperativos.

El proceso de henificación (corte, oreo, cosecha, estiba y transporte) y posterior utilización genera pérdidas de MS y de calidad nutricional que pueden alcanzar magnitudes muy significativas en función del tipo de cultivo, eficiencia en el uso de la maquinaria, ubicación en el terreno y protección durante el almacenaje (Brasche y Russell, 1988; Huhnke, 2009). En la isla, los rollos de heno suelen

almacenarse a la intemperie sin protección, por lo que se presume que las pérdidas asociadas son cuantiosas (Russell et al., 1990). Si bien en la isla de Tierra del Fuego Argentina se confeccionan rollos de heno de vega (a partir de mediados de los noventa), no existen antecedentes sobre el estudio de las condiciones de almacenamiento más apropiadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar distintas alternativas de almacenamiento de rollos de heno para los sistemas de producción ganaderos de la isla de Tierra del Fuego.

Materiales y Métodos

Diseño experimental

Con el propósito de analizar localmente diferentes alternativas de almacenamiento para los rollos de heno, se estudiaron dos factores: "sitio" (vega y faldeo, respectivamente V y F) y "tipo de estiba": simple (S) apoyándolos directamente sobre el suelo sin protección o mejorada (M) apoyándolos sobre tarimas de madera (i.e. "pallets") y cubiertos con una manta de polietileno (Figura 1). Además, a modo de testigos positivos, se conservaron rollos bajo galpón (Galpón) y apoyados sobre tarimas de madera sin cobertura plástica. Los rollos estibados a campo se alinearon en el sentido de los vientos predominantes, y el sitio "faldeo" correspondió a una posición media con orientación Norte y pendiente de entre 1 y 5%.

Se confeccionaron 25 rollos a razón de 5 rollos por tratamiento de acuerdo a un diseño en bloques completos aleatorizados (bloqueando por andanas alledañas para absorber las posibles variaciones en composición y calidad de la pastura).

Descripción de la vega, confección y almacenamiento de los rollos

El área cortada correspondió a una vega mejorada de la Estancia Viamonte (40 km de Río Grande; 53° 59' 53.9" Lat. Sur y 67° 24' 18.1" Long. Oeste; 13 m snm), próxima al litoral marítimo y delimitada por bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*). La vegetación estaba dominada por Timote (*Phleum pratense*).

se; introducido años atrás) y acompañada en algunos sectores por *Poa pratensis* y *Hordeum pubiflorum*, desarrollándose sobre suelos típicos del Ecotono Fueguino: profundos, ácidos de naturaleza turbosa, con alto contenido de materia orgánica, y con baja saturación de bases (Oliva et al., 2001).

El forraje fue cortado entre los días 11 y 14 de enero de 2008 con una cortadora de forraje de arrastre (Mainero, Bell Ville, Córdoba - Argentina) de acuerdo a las prácticas usuales en el establecimiento, hilerando a las 60 h post-corte en el sentido del viento para reducir las pérdidas por voladura. Los rollos fueron confeccionados empleando una enrolladora de arrastre (Mainero, Mod. 5810, Córdoba - Argentina) y se estibarón alineados por su cara plana, asegurando una separación entre hileras vecinas de ca. 60 cm.

Descripción de los muestreos y mediciones sobre el pastizal y los rollos

La biomasa forrajera aérea fue estimada por corte y pesada aplicando un muestreo sistemático (McIntyre, 1978), y empleando un marco rectangular de 0,2 m² (0,2×1,0 m). La acumulación de MS de forraje se evaluó con anterioridad al corte para asegurar un mínimo de 2000 kg MS/ha.

La caracterización químico-nutricional del forraje original fue hecha a partir de muestras tomadas del material oreado inmediatamente antes de ser enrollado, garantizando la inclusión de material representativo de todos los rollos y generando una muestra por bloque. Las muestras de los rollos fueron tomadas con un calador de 0,6 m de largo, accionado por un taladro eléctrico de 12 V (Argentech 12V). Las muestras se tomaron el 15/01 (t0, material original), 17/01 (t1, día de confección), 13/05 (t2, muestreo pre-invernal) y 16/09 (t3, muestreo post-invernal), y fueron conservadas en fresco dentro de bolsas plásticas hasta su posterior secado en estufa a 60°C.

Los rollos fueron pesados a las 24 h (correspondiente a t1) y a los 457 días luego de la confección (16/04/2009, t4) empleando una balanza electrónica (EziWeit 2; Tru-Test Cia. Auckland, Nueva Zelanda). A partir de la diferencia entre ambas y de los contenidos de humedad se estimó la pérdida directa de almacenamiento (PDir, kg MS).

Además, asumiendo la forma de los rollos análoga a un cilindro se midió sobre cada rollo la longitud (L) y, luego de abiertos a t4, con una motosierra a 1/3 de L de una de las bases del cilindro, se midieron los segmentos señalados en la Figura 1. A partir de dichos registros se calculó:

- Diámetro promedio del cilindro mayor (D, m) = (ad + eh) / 2, donde ad y eh son segmentos de la base del cilindro mayor.
- Diámetro promedio del cilindro menor (d, m) = (bc + fg) / 2, donde bc y fg son segmentos de la base del cilindro menor.
- Volumen cilindro mayor (V_{Myr}, m³) = (D / 2)² × π × L
- Volumen cilindro menor (V_{Mnr}, m³) = (d / 2)² × π × L
- Peso específico (PE, kg/m³) = Peso húmedo / Volumen
- Índice de simetría (IS, m/m) = diámetro vertical / diámetro horizontal = (ad) / (eh)
- Pérdida indirecta (P_{Ind}, kg MS), estimado a partir del desperdicio periférico como:

$$P_{Ind} = (V_{Myr} - V_{Mnr}) \times PE \times MS \text{ (g/kg, Materia húmeda)} / 1000$$

Los IS se estimaron para los tiempos t1 y t3, y los PE a t1 y t4. Las estimaciones de P_{Ind} se realizaron a t4, diferenciando entre V_{Myr} y V_{Mnr}, y empleando el PE y la MS correspondientes. La pérdida potencial total (PPT) de MS se estimó como la suma de P_{Dir} y P_{Ind}.

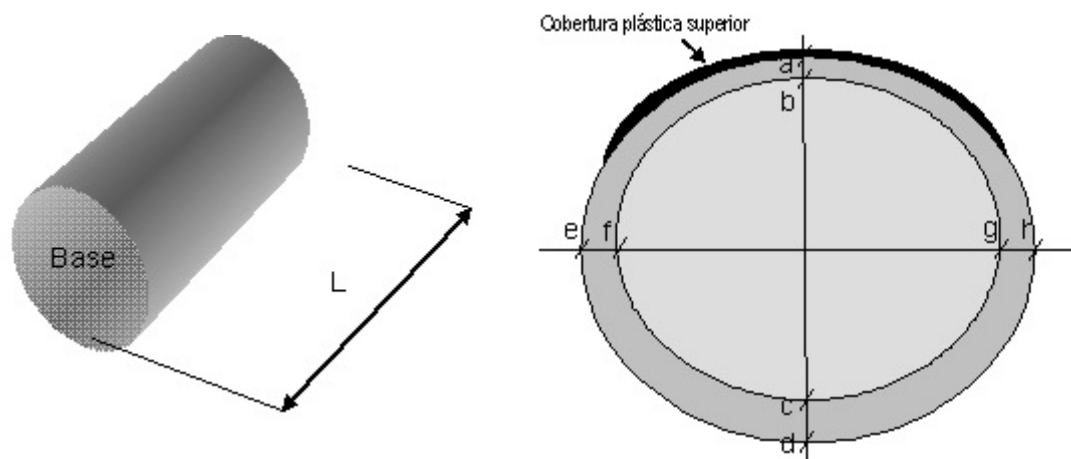


Figura 1: Descripción de las medidas tomadas sobre los rollos. Figura de la izquierda: largo (L). Figura de la derecha: diámetro horizontal (e-h), diámetro vertical (a-d), círculo central (gris claro, "bfcg"), círculo mayor ("aedh") y desperdicio periférico (gris oscuro, diferencia entre círculo "aedh" y "bfcg").

Figure 1: Description of measures taken on the round bales. Left figure: length (L). Right figure: horizontal diameter (e-h), vertical diameter (a-d), central circle (pale grey, "bfcg"), major circle ("aedh") and peripheric spoilage (dark grey, difference between "aedh" and "bfcg").

La temperatura interna fue medida en el centro de cada rollo a los 1, 4, 6, 8 y 11 días de confeccionados con un termómetro digital (Maxthermo MD 3003 type K) provisto de una sonda Inconel 600 de 0,6 m de longitud. A partir de las temperaturas medidas se calcularon:

- Diferencial de temperatura (dT): diferencia entre la temperatura media exterior del lugar donde estaban los rollos y la temperatura tomada en el centro de cada rollo.
- Diferencial de temperatura máximo (dTmax): valor dT máximo en el período 1 - 11 días.
- Suma térmica (ST1): sumatoria de los dT de los primeros 11 días luego de confeccionados los rollos.

Determinaciones analíticas

Las muestras de forraje se caracterizaron por su contenido de humedad, cenizas (Cen), fibra, lignina, proteína bruta (PB) y Nitrógeno

insoluble en detergente ácido (NIDA). Todos los procedimientos se ajustaron a los protocolos normalizados propuestos por el PROMEFA (Jaurena y Wawrzekiewicz, 2008). En breve, las muestras se caracterizaron por contenido de MS y Cen (AOAC, 1984). La PB (N total x 6,25) se determinó por el método de Kjeldahl (AOAC, 1984) en un equipo Pro-Nitro® (J. P. Selecta, Barcelona, España). Las fracciones de fibra insoluble en detergente neutro (aFDN_{MO} efectuado con alfa-amilasa y reportado libre de cenizas) y ácido (FDA_{MO}, reportado libre de cenizas), y la lignina detergente ácido con ácido sulfúrico (Lig_{AS}) se determinaron de acuerdo a Van Soest et al. (1991) con un equipo ANKOM® (modelo 220). La hemicelulosa (Hemi) se estimó por diferencia entre aFDN_{MO} y FDA_{MO}, y la celulosa (Cel) como la diferencia entre FDA_{MO} y la Lig_{AS}.

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se efectuó por la metodología propuesta por Van Soest et al. (1966).

Análisis estadístico

Las variables PE, IS (para t1 y t3), dTmax, ST1 y aquellas asociadas con las pérdidas de MS fueron analizadas de acuerdo a un diseño en bloques completos aleatorizados de acuerdo a dos modelos: Modelo A que permitió comparar todos los tratamientos incluyendo el testigo positivo (Galpón) y el Modelo B, que excluyó el tratamiento Galpón para analizar la interacción entre Sitio y Tipo de estiba.

$$\text{Modelo A: } y_{ijk} = \mu + Bq_i + \text{Trat}_j + \epsilon_{ijk},$$

donde Bq_i (bloque, $i=1, 2, 3$); Trat_j (j = Galpón, VS, VM, FS, FM)

$$\text{Modelo B: } y_{ijkl} = \mu + Bq_i + S_j + T_k + S \times T_{jk} + \epsilon_{ijkl},$$

donde S_j (Sitio: Vega o Faldeo), T_k (Tipo de estiba: Simple o Mejorada).

Los IS a t1 y t3 fueron comparados por el test no paramétrico de muestras apareadas. Las variables de los resultados químico-nutricionales fueron comparadas por análisis de varianza de acuerdo a un diseño en bloques completos aleatorizados, y considerando medidas repetidas en el tiempo (i.e. t1, t2 y t3).

Los análisis fueron efectuados empleando el programa SAS (SAS Institute, 2002) y cuando fue necesario discriminar entre medias se empleó la prueba de Tukey; las diferencias fueron declaradas significativas si $p \leq 0,05$.

Resultados

Al momento del corte (12/01/2008), las plantas de *Phleum pratense* y *Poa pratensis* se encontraban en floración media a avanzada y la biomasa aérea acumulada fue de 3986 ± 1452 kg MS/ha (media $\pm$ desvío estándar) con una altura aproximada de las plantas de 20 - 30 cm, y un contenido de materia seca del 285 g/kg de material húmedo (MH) y que luego del oreo alcanzó 779 g/kg MH (Cuadro 1).

Los rollos fueron confeccionados ca. 3,5 días después del corte, la temperatura media ambiental fue de 10°C (mínima media= 5, máxima media= 15 °C) y 61 km/h la velocidad del viento (mínima diaria absoluta= 41, máxima diaria absoluta= 81 km/h); se registraron precipitaciones por 2 mm y las mañanas fueron húmedas y brumosas.

Cuadro 1: Composición química del forraje colectado inmediatamente antes de ser cosechado. Valores medios, expresados en g/kg materia seca, salvo que se indique en contrario.

Table 1: Chemical composition of forage collected immediately before harvesting. Mean values, expressed in g/kg dry matter, except that stated otherwise.

Variable ¹	Valor medio (g/kg MS)	Error estándar
Materia seca (g/kg materia húmeda)	779	6,0
Cenizas	73	1,3
Proteína bruta	89	6,5
aFDN _{MO}	561	3,0
Fibra en detergente ácido (FDA) (libre de cenizas)	289	1,0
N insoluble en FDA (g/kg FDA)	5,3	0,57
N insoluble en FDA (g/kg N total)	110	12,9
Lignina	25	0,4

¹ aFDN_{MO}: fibra insoluble en detergente neutro, efectuado con alfa amilasa y libre de cenizas.

Durante la cosecha del forraje se observaron apreciables pérdidas del material cortado (no cuantificadas) y los rollos mostraron signos de insuficiente compactación. El PE de los rollos no presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos (Modelo 1), pero el análisis factorial (Modelo 2) señaló que los rollos ubicados en el Faldeo tuvieron un PE un 14% superior al de los ubicados en la Vega (189 y 166 kg MH/m³ respectivamente; $p<0,05$). Los IS a los t1 y t3 no presentaron diferencias entre tratamientos ($p>0,05$), pero el IS disminuyó significativamente ($p=0,0009$; error estándar (EE) de la diferencia= 0,025) de 0,97 m/m (EE= 0,01) a 0,84 m/m (EE= 0,02) entre el momento de la confección y t3 (245 días, 16/9/2008).

La dTmax y la ST1 de dos rollos (*i.e.* FM del bloque 4 y FS del bloque 1) indicaron una producción de calor considerablemente superior a la del resto por lo que debieron ser tratados como datos fuera de rango y fueron eliminados para cumplir con los supuestos del modelo de ANOVA. El análisis de dTmax y ST1 sobre las mediciones efectuadas en el resto de los rollos (Cuadro 2), mostró valores superiores ($p<0,02$) para los rollos M respecto al resto (S y Galpón).

Las pérdidas de MS de los rollos no presentaron diferencias vinculadas con el Sitio de estiba ($p>0,05$), pero la comparación entre Galpón, M y S mostró una marcada desventaja ($p<0,01$) de los rollos S respecto a los otros dos tratamientos (Cuadro 2). Es de destacar que la pérdida de MS de los rollos estibados bajo galpón no difirió de cero ($p>0,05$) y la creciente gravitación del P_{Ind} sobre la PPT en la medida que aumentó la P_{Dir} .

El contenido de MS de los rollos descendió de 779 g/kg MH (EE= 6,0) a 772 g/kg MH (EE= 5,0) desde t0 a t1 (dos días de confeccionados), para luego aumentar hasta los 119 días (t2, Figura 2). Luego, se observó una importante ($p<0,05$) reducción del contenido de MS en los rollos almacenados sin protección (*i.e.* S). No obstante lo anterior no se detectaron diferencias de importancia biológica entre los contenidos de NIDA del material original y luego de la estiba (Cuadros 1 y 3).

Los factores bajo estudio modificaron la calidad químico-nutricional de los rollos. El contenido de cenizas fue superior para los rollos asignados a VS ($p<0,05$; Cuadro 3), sin embargo el análisis de la interacción indicó diferencias entre los rollos almacenados sin mejora de acuerdo al sitio de almacenamiento

Cuadro 2: Diferencial de temperatura máximo, sumatoria de temperatura y pérdidas de materia seca (MS) de los rollos de heno estibados bajo galpón, y con o sin mejora. Medias ajustadas.

Table 2: Maximum temperature differential, temperature summatory and hay dry matter (MS) losses of big round bales stored under shelter, and with or without protection. Adjusted means.

Variables	Protección durante la estiba			EE ¹	Probabilidad del Factor Protección
	Sin mejora	Mejorado	Galpón		
Diferencial de temperatura máximo	7,0b	10,5a	7,0b	0,91	0,016
Suma térmica	19b	61a	29b	6,3	<0,001
<i>Pérdidas de almacenamiento (kg MS / kg MS inicial × 100)</i>					
Directas	13,7a	6,1ab	1,5b	304	0,06
Indirectas	24,0a	2,1b	0,9b	1,68	<0,001
Totales	37,0a	8,2b	2,4b	2,52	<0,001

¹ Error estándar de la media. a, b: medias en la misma línea con distintas letras difieren ($p<0,05$)

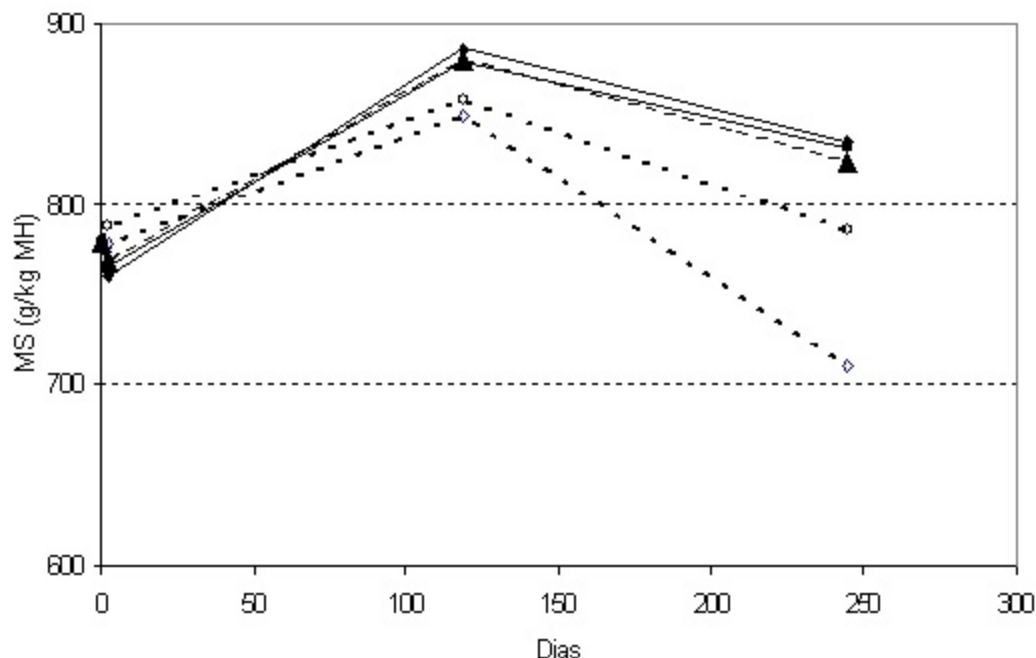


Figura 2: Contenido de materia seca (MS) (g/kg materia húmeda, MH) de los forrajes enrollados y estibados bajo galpón (▲), en una vega sin mejora (- -○- -), vega con mejora (—●—), faldeo sin mejora (- -◇- -) y faldeo con mejoras (—◆—).

Figure 2: Dry matter content (MS) (g/kg wet matter, MH) of baled forages stored under a shelter (▲), in a meadow without improvement (- -○- -), in a meadow with improvement (—●—), slope without improvement (- -◇- -) and slope with improvement (—◆—).

($V \neq F$, 82 y 78 g/kg MS respectivamente, $p < 0,05$), pero resultaron iguales cuando se compararon los rollos estibados en condiciones mejoradas (78 g/kg MS, $p > 0,05$).

El contenido de PB presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos dentro del rango 98-113 g/kg MS.

Los contenidos de $aFDN_{MO}$ y FDA_{MO} se incrementaron con el transcurso del tiempo ($aFDN_{MO}$: para t_1 , 551 y para t_3 , 613 g/kg MS, $EE = 11,9$, $p = 0,003$; y FDA_{MO} para t_1 , t_2 y t_3

respectivamente fue de 285, 304 y 313 g/kg MS, $EE = 6,4$, $p = 0,02$). En forma concomitante, también se registró un aumento en la concentración de Lig_{AS} que pasó de 25 g/kg MS en t_0 , a 26b, 28ab, 29ab, 37a y 28ab g/kg MS en t_3 , respectivamente para Galpón, VS, VM, FS, y FM (letras diferentes difieren, Tukey $p \leq 0,05$). La DIVMS mostró una significativa superioridad de los rollos estibados en el sistema mejorado ($S = 728$, $M = 779$ g/kg MS; $p < 0,05$).

Cuadro 3: Composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia seca de los forrajes henificados estibados bajo galpón, o en una vega o faldeo con (M) o sin protección (S). Medias ajustadas expresadas en g/kg de materia seca, salvo que se indique diferente.

Table 3: Chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and metabolisable energy (predicted) of hay forage stored under shelter, or in a meadow or step with (c/Prot) or without (s/Prot). Adjusted means expressed in g/kg of dry matter, except that otherwise stated.

Variable	Vega		Faldeo		Galpón	EE ¹	Factores significativos ²
	S	M	S	M			
Materia seca (MS, g/kg MH)	779b	827a	810a	825a	824a	9,15	P, t, U×P×t
Cenizas	86a	76b	79b	80ab	78b	2,2	U×P
Proteína bruta	113a	103b	98b	104b	103b	2,7	P
aFDN _{MO}	582	572	606	568	566	16,6	t
FDA _{MO}	299	295	312	296	289	7,1	t
NIDA/FDA _{MO} (g/kg FDA _{MO})	4,8	3,8	5,5	3,4	4,0	1,13	NS
NIDA/Nitrógeno total (g/kg N)	76	62	70	65	59	12,5	NS
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS	745	780	711	779	758	21,4	P

¹ Error estándar de la media. ² p<0,05; P, Protección; U, ubicación; t: tiempo. a, b: medias en la misma línea con distintas letras difieren (p<0,05).

Discusión

La conservación de forrajes esta asociada a pérdidas de MS durante las operaciones de corte, oreo, enrollado, transporte y almacenaje. La gravitación de cada una de estas fuentes de pérdida varía entre otros factores de acuerdo al tipo del cultivo (especie y estado fenológico), condiciones meteorológicas y maquinaria (tipo y operación del equipo). Los rollos fueron confeccionados siguiendo los usos corrientes en el establecimiento y si bien en este trabajo no se propuso medir las pérdidas de MS de corte y oreo, la evaluación de las mismas por apreciación visual indicó que fueron de significancia. Además, cabe hacer notar que el contenido de humedad del forraje en el momento de la confección estuvo ligeramente por encima del umbral aconsejado para garantizar una óptima henificación (<200 g/kg MH).

Fue evidente que los rollos debieron haber sido mejor compactados, y si bien no hubo diferencias en el IS entre tratamientos, como era de esperar, la reducción observada entre t1 y t3 fue significativa, y lógica consecuencia

del problema de compactación antes señalado. El incremento del contenido de MS de los rollos entre la confección y el muestreo hecho en t2 (119 días) mostró la pérdida de humedad post-confección, tal como ocurre normalmente durante el almacenamiento. Sin embargo, la reducción del contenido de MS en el muestreo post-invernal (t3, 16/9/2008) para los rollos sin cubierta plástica (VS y FS), mostró la captación de humedad durante el invierno, condición que fue favorecida por la deficiente compactación de los rollos. Justamente, una de las claves para reducir las pérdidas durante el almacenamiento a la intemperie es la compactación de la capa exterior de los rollos, ya que reduce la penetración de humedad (Huhnke, 2009).

Para las condiciones prevalecientes en la isla (baja temperatura, alta nubosidad y vientos fuertes), parecería razonable que para lograr un secado efectivo y rápido del forraje en el campo debiera considerarse el empleo de acondicionadores y aditivos que favorezcan el proceso de deshidratación.

Los contenidos de NIDA no mostraron indicios de calentamiento de los rollos (Van Soest, 1994), sólo dos rollos (*i.e.* FM del bloque 4 y FS del bloque 1) desarrollaron incrementos de temperatura que sugirieron actividad respiratoria significativa. La mayoría, por el contrario, presentó dT dentro de un rango comparable con el registrado por otros autores para heno bien conservado (Sanderson et al., 1997). La superioridad de la dT_{max} y ST1 de los rollos M, se debió a la menor disipación de calor debajo de la manta, dado que las mismas habían sido colocadas muy largas durante los primeros 10 días (momento en que este inconveniente fue subsanado).

La pérdida de MS de los rollos conservados a la intemperie sin protección alcanzó valores significativos (*ca.* 14%) y dentro del rango ampliamente variable reportado en la literatura (2-50%; Sanderson et al., 1997; Huhnke, 2009). Las P_{Dir} de almacenamiento bajo galpón (1.5%) fueron insignificantes y comparables con resultados anteriores (<1%; Anderson et al., 1981; Sanderson et al., 1997). Los rollos conservados en condiciones mejoradas tuvieron P_{Dir} intermedias (*ca.* 6%). Las P_{Ind} corresponden al material deteriorado comúnmente presente en la periferia de los rollos y que tiende a ser rechazado por el ganado. La estimación de las P_{Ind} incrementó las ventajas asociadas con la conservación de los rollos en condiciones mejoradas o bajo galpón, ya que para aquellos conservados sin protección alcanzó un 24% y elevó la PPT hasta 37% del total de la MS inicialmente enrollada (a t1). Estos resultados son notablemente similares a los reportados por Belyea et al. (1985), quienes registraron un 15% de P_{Dir} y un 25% de P_{Ind} de suministro, de modo que la pérdida total trepó a 40%, respecto a sólo 15% para el caso de los rollos conservados bajo galpón.

El mayor contenido de cenizas hallado en los rollos estibados en FS sugiere la pérdida de compuestos orgánicos durante la estiba. Los contenidos de aFDN_{MO} y FDA_{MO} no mostraron diferencias entre tratamientos, pero sí un marcado aumento asociado con el transcurso del tiempo en la estiba, indicando que

los compuestos orgánicos perdidos fueron de naturaleza relativamente soluble. Estos resultados son comparables a los hallados en reportes previos (Brasche y Russell, 1988) donde con el transcurso del tiempo aumentaron las fracciones fibrosas del forraje. Sin embargo, en dicho trabajo el incremento de la concentración de aFDN_{MO} y FDA_{MO} en los rollos conservados sin protección fue mayor. Estas diferencias están en parte asociadas a la presencia de componentes solubles, dado que cuanto mayor sea el contenido de estos últimos (usualmente mayor en estados fenológicos tempranos), tanto mayor será la pérdida de calidad y el incremento asociado de las fracciones de la pared celular.

Los tratamientos impuestos generaron diferencias a favor de los rollos estibados en condiciones mejoradas, tal como lo señaló la superioridad en DIVMS, pero las diferencias en contenido de PB no fueron de significancia biológica. La DIVMS fue buena y ligeramente superior a la obtenida con ensilaje de una vega de la misma región y cosechada en el mismo mes (dominada por *Alopecurus magallanicus* y *Hordeum pubiflorum* en estado de floración) (Jaurena et al., 2009). La descripción de la calidad de las vegas de la isla y de las técnicas analíticas empleadas en dichos estudios es escasa, pero en un estudio anterior sobre pastizales dominados por graminoides (*e.g.* *Carex sp.*) la DIVMS para el mes de enero rondó los 600 g/kg MS (Cabeza y Livraghi, 2004). La superioridad numérica de nuestros valores, en parte, se debe a que la técnica *in vitro* empleada estima la digestibilidad real de los alimentos, consecuentemente y efectuando las correcciones pertinentes (Van Soest, 1994) las estimaciones de DIVMS (aparente) se reducen a 600 y 650 g/kg MS para los rollos S y M respectivamente. Consecuentemente, y a pesar de que las especies dominantes estuvieron en un estado avanzado de madurez, los valores de calidad estimados fueron iguales a los reportados por Cabeza y Livraghi (2004) y comparables con la de pasturas típicas de la región Pampeana (Jaurena y Danelón, 2006).

En un análisis integral de la eficiencia del proceso de transformar el forraje originalmente disponible en producto animal, a las pérdidas cuanti-cualitativas antes mencionadas habría que agregar el probable aumento del consumo de MS del heno de los rollos pertenecientes a los tratamientos M y Galpón, debido a la menor selectividad, y mayor digestibilidad, factores que contribuirán a mejorar la productividad animal (Forbes, 1995).

Los resultados de este estudio indicaron claras ventajas de la conservación en condiciones mejoradas, pero no se hallaron diferencias asociadas al sitio de estiba. En este sentido es importante destacar que la vega donde se almacenaron los rollos presentó características topográficas relativamente ventajosas respecto a otras vegas de la isla. En las vegas más anegables y en años con mayor caudal hídrico en los chorrillos, es esperable que las pérdidas en cantidad y calidad del forraje estibado en ellas como rollos sin mejoras serían significativamente superiores.

Conclusiones

El principal propósito del trabajo fue contribuir al mejoramiento de la conservación de forrajes para los sistemas de producción ganaderos de la isla de Tierra del Fuego, a través del estudio del efecto del sitio de almacenamiento y tipo de estiba.

El sitio de estiba (vega o faldeo) no presentó mayores consecuencias sobre las pérdidas de MS y la composición químico-nutricional del heno enrollado.

Por el contrario, el tipo de estiba generó sustanciales diferencias. Los rollos estibados sin protección presentaron las mayores pérdidas de MS y la menor densidad de energía y nutrientes, mientras que las pérdidas de aquellos guardados bajo galpón fueron insignificantes. Además, resultó muy significativa la contribución más que proporcional de las P_{Ind} a las pérdidas totales, en la medida que aumentaron las P_{Dir} .

Los rollos mostraron signos de una compactación deficiente por lo que se observó a lo largo del almacenamiento una disminución del IS, y en aquellos que fueron almacenados sin protección se registró un aumento del contenido de humedad luego del período invernal y aumento de las fracciones menos solubles del forraje.

Adicionalmente, y aunque no fue el objeto principal de este trabajo, se observaron significativas pérdidas de cosecha, por lo que a futuro la operación de la maquinaria de corte y recolección debiera merecer especial atención.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Srta. Paola Gambetti por la colaboración con los análisis químico-nutricionales y a la Ea. Viamonte por su ayuda durante todo el transcurso del ensayo. Asimismo, destacamos el aporte de la Ley 25 422 (Ley para la recuperación de la ganadería ovina) para financiar el presente ensayo.

Bibliografía

- Anderson, P.M., Kjølgaard, W.L., Hoffman, L.D., Wilson, L.L. and Harpster, H.W. 1981. Harvesting practices and round bale losses. Transactions of the ASAE. 24: 841
- Belyea, R.L., Martz, F.A. and Bell, S. 1985. Storage and feeding losses of large round bales. J. Dairy Sci. 68(12): 3371-3375.
- Bottaro, H., Guitart Fite, E. y Lloyd, C. 2003. Inter-siembra de mallines con Agropiro: Impacto económico. www.e-campo.com/sections/news. Accedido: 23/8/2004.
- Brasche, M.R. and Russell, J.R. 1988. Influence of storage methods on the utilization of large round hay bales by beef cows. J. Anim Sci. 66(12): 3218-3226
- Cabeza, S. y Livraghi, E. 2004. Fertilización de vegas en el Ecotono Fueguino. Su impacto sobre la cantidad y calidad del forraje producido. INTA, Río Grande - T. del Fuego.
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Wallingford (UK).

- Huhnke, R.L. 2009. Round bale hay storage. *In*: Oklahoma Cooperative Extension Service BAE-1716. Vol. 2009. Oklahoma State University.
- Jacob, M., Cabeza, S. y Livraghi, E. 1999. Provincia de Tierra del Fuego - Diagnóstico. Programa de reactivación ovina en Patagonia (PROVIPA), Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina).
- Jaurena, G. y Danelón, J.L. 2006. Tabla de composición de alimentos para rumiantes de la región pampeana Argentina. 1º Ed. 2001 ed. Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires.
- Jaurena, G. y Wawrzkievicz, M. 2008. PROMEFA (Programa para el mejoramiento de forrajes y alimentos). Guía de procedimientos normalizados. 1 ed. Centro de Investigación y Servicios en Nutrición Animal, Buenos Aires - Argentina.
- McIntyre, G.A. 1978. Statistical aspects of vegetation sampling. *In*: Measurement of grassland vegetation and animal production. L. Mannetje Ed., Vol. 1. Commonwealth Agricultural Bureaux, Brisbane, Queensland, Australia.
- Oliva, G., González, L., Rial, P. y Livraghi, E. 2001. El ambiente en la Patagonia Austral. *In* Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral, Tecnología de Manejo Extensivo. PRODESAR: Proyecto de desarrollo sustentable de la Patagonia, Convenio Argentino-Alemán (INTA-GTZ). P. Borrelli and G. Oliva, eds. Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz, Río Gallegos (Santa Cruz, Argentina).
- Russell, J.R., Yoder, S.J. and Marley, S.J. 1990. The effects of bale density, type of binding and storage surface on the chemical composition, nutrient recovery and digestibility of large round hay bales. *Anim. Feed Sci. Technol.* 29: 131-145.
- Sanderson, M.A., Egg, R.P. and Wiselogle, A.E. 1997. Biomass losses during harvest and storage of switchgrass. *Biomass and Bioenergy* 12(2): 107-114.
- SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics, Version 8.01 Edition. 1999. SAS Inst., Inc. Cary, NC.
- Sturzenbaum, P. y Borrelli, P. 2001. Manejo de riesgos climáticos. *In*: Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. P. Borrelli and G. Oliva, eds. INTA, Río Gallegos - Santa Cruz (Argentina).
- Suárez, D. 2006. Evaluación de mallines mediante el método botanal ajustado a vegas de Patagonia Sur, pág. 23-28 *in* Producción Animal.
- Utrilla, V. 2004. Evaluación de agropiros de origen Canadiense en el Sud este de Patagonia. *In*: Jornadas sobre producción, utilización y conservación de especies forrajeras en Patagonia. Río Gallegos (Argentina).
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca and London.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3568-3597.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H. and Moore, L.A. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. *Proc. 10th Int. Grasslands Congr., Helsinki*, pp. 438-441.