



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TAPADO CON MANTAS PARA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DURANTE EL ALMACENAJE DE HENO DE ALFALFA EN FORMATO DE ROLLOS



El heno de alfalfa es un recurso forrajero fundamental en establecimientos bovinos de carne y leche con distintos grados de intensificación. Debe aportar a la dieta tanto fibra efectiva, como PB (proteína bruta) y EM (energía metabolizable), constituyéndose en fuente de fibra efectiva de alta calidad.

Los costos de alimentación inciden fuertemente en los márgenes netos de la producción pecuaria, por lo que lograr alta eficiencia en producción, almacenamiento y uso de los forrajes conservados como es el heno de alfalfa, es fundamental para mejorar la competitividad de los sistemas productivos.

Para alcanzarlo, es importante hacer foco en el concepto de cosecha y almacenamiento de nutrientes, y aplicar mejoras de procesos y tecnologías que permitan incrementar la cantidad de PB y Mcal EM (mega calorías de energía metabolizable) por kgMS, obtenidas de cada unidad de superficie ganadera y su almacenaje correcto hasta alcanzar la boca del animal.

El objetivo es obtener la mayor cantidad de nutrientes vegetales al menor costo y con las menores pérdidas posibles durante la confección del heno y su almacenaje, para lograr incrementar la producción de carne y leche por hectárea. Una buena cosecha y almacenamiento de heno permite también bajar los costos de alimentación al reducir los kilogramos necesarios de suplementación con grano de maíz u otro suplemento energético, y con expeler de soja u otra fuente de proteína, que son necesarios incrementar cuando el heno es de menor calidad.

En Argentina el heno de alfalfa es conservado aún en alto porcentaje a campo en condiciones de intemperie, ocurriendo durante el almacenaje pérdidas muy importantes en kg de MS (materia seca) así como en kg de PB y en Mcal EM.

Estas pérdidas se dan principalmente por la exposición del heno a las lluvias, así como por el ascenso de la humedad desde el suelo o superficie de apoyo.

Atendiendo esta necesidad observada en los sistemas productivos que utilizan heno como recurso esencial de su alimentación, el grupo de Recursos Forrajeros – Alfalfa de INTA Manfredi llevó a cabo para la empresa MAFIS S.A. el Servicio Técnico Especializado (STE) tendiente a evaluar las prestaciones ofrecidas por su manta GEOTEXTIL, en el almacenamiento a campo de heno en formato de rollos.

Se trata de una manta no tejida, compuesta por fibra corta de poliéster consolidada por agujado que se usa para la consolidación de terrenos, protección de geomembranas y otros usos en la industria de la construcción, vial y minera.

OBJETIVOS

Objetivo General

Comparar las pérdidas de heno de alfalfa generadas durante el almacenaje de rollos protegidos con la red GEOTEXTIL, respecto a aquellas ocurridas en rollos almacenados sin la protección de la misma.

Objetivos Específicos

- Comparar las pérdidas en kg MS observadas bajo distintas modalidades de almacenamiento.
- Comparar las pérdidas totales de nutrientes ocurridas en cada caso, tanto en kg de PB y Mcal EM.

METODOLOGIA Y MATERIALES

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, ubicada en la localidad de Manfredi, provincia de Córdoba. Las coordenadas geográficas del lote son Lat. 31° 49' 12" S y Long. 63° 46' 00" W, con una elevación de 292 m sobre el nivel del mar.

El mismo transcurrió desde marzo de 2019 hasta julio de 2020.

La alfalfa con la que se confeccionaron los rollos evaluados corresponde al cultivar Traful PV-INTA de grupo de latencia 9, que al momento de corte se encontraba en su segundo año de producción.

El ensayo contó con tres tratamientos (T) y un testigo (T0), cada uno de ellos representando una modalidad diferente de almacenamiento a campo de rollos de heno de alfalfa:

- Testigo (T0): Tapado con plástico y sobre pallets.
- Tratamiento 1 (T1): Sin tapar y sobre el suelo
- Tratamiento 2 (T2): Tapado con red GEOTEXTIL y sobre el suelo
- Tratamiento 3 (T3): Tapado con red GEOTEXTIL y sobre red GEOTEXTIL

Tanto T2 como T3 observaron algún tipo de tapado de la hilera de rollos con la manta Geotextil. T2 tapado por arriba mientras que T3 envolviendo los rollos con red tanto por arriba como por debajo de los mismos. Estos tratamientos fueron comparados con T1, sin tapar y sobre suelo. A su vez se tomó como testigo de referencia T0 el tapado con plástico y aislado del suelo con pallets.

Cada tratamiento estuvo representado por 4 repeticiones o rollos, estibados en línea apoyando las caras planas entre sí y formando hileras dispuestas de norte a sur alejado de cortinas de árboles y en una zona del terreno de buen escurrimiento del agua de lluvias (Figura 1).

En ambos extremos de cada hilera se colocó un rollo de cierre, los cuales no fueron tenidos en cuenta al momento de las determinaciones.

Las hileras de cada tratamiento estuvieron separadas entre sí a dos metros de distancia para asegurar una correcta ventilación, posterior a las precipitaciones.

El testigo contó con 3 repeticiones.

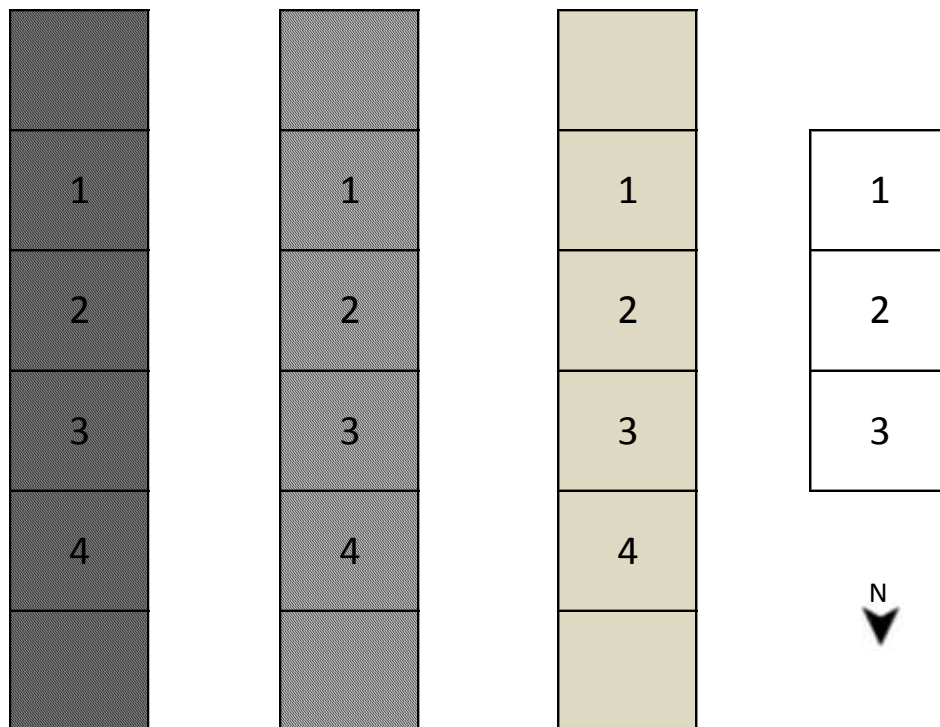


Figura 1: Diseño del ensayo: T0 (Testigo: tapado con plástico y sobre pallets), T1 (Tratamiento 1: Sin tapar y sobre suelo), T2 (Tratamiento 2: Tapado con red GEOTEXTIL y sobre el suelo), y T3 (Tratamiento 3: Tapado con red GEOTEXTIL y sobre red GEOTEXTIL). En el esquema se observa la disposición de las hileras de rollos con orientación norte-sur y la distancia respetadas entre líneas.

Los rollos fueron almacenados bajo cada tratamiento, en condiciones de campo, durante un año y cinco meses de estiba, entre marzo del año 2019 y julio de 2020, expuestos a las precipitaciones, la humedad del suelo y a la radiación solar.

El ensayo dio comienzo el día 25 de febrero de 2019 con el corte de la pastura en estado fenológico entre botón floral y 10% de floración (Figura 2). Este es el momento fenológico recomendado por INTA para lograr la máxima cosecha posible de nutrientes. Es el punto en que se encuentran las curvas de crecimiento de materia Seca de la pastura y la curva en decrecimiento de Calidad.

Se utilizó para el corte una segadora acondicionadora de arrastre modelo Kuhn FC 300 R de 2,8 m de ancho de trabajo propiedad de la Asociación Cooperadora de INTA Manfredi.



Figura 2: Corte con segadora acondicionadora Kuhn FC 300 R, en estado fenológico de la alfalfa, entre botón floral y 10% de floración.

Cuando la condición de humedad de la andana se encontró entre 35 y 30 %, se procedió al rastrillado y engavillado con rastrillo estelar en forma de V de 11 estrellas, para acelerar el secado y a su vez obtener andanas con buen volumen (3 a 4 kg MS/m lineal de avance). El rastrillado fue realizado el día 28 de febrero.

La confección de rollos se realizó el día 29 de febrero, por la noche, en condiciones de humedad de andana de entre 16% y 18%. El rango o “ventana” de humedad recomendada por INTA para la confección de heno de calidad es entre 13% y 20%. Mayores humedades generan pérdidas de MS y de calidad, a partir de un incremento de la actividad microbiana dentro del rollo, con levantamiento de temperatura, generación de micotoxinas y posible ardido de los rollos. Menores valores de humedad son causal de importantes pérdidas al momento de confeccionarse los rollos, fundamentalmente por desprendimiento de hojas, órgano en el cual la alfalfa contiene el 70% de los nutrientes de la planta, generándose también perdidas tanto en kg MS, como en calidad.

Para la confección del heno se utilizó una rotoenfardadora Mainero 5820 perteneciente a la Asociación Cooperadora de INTA Manfredi, obteniéndose rollos de 1,20 m de ancho x 1,5 m de diámetro (Figura 3), con una presión de cámara de compactación de 120 bar y siendo atados con hilo.



Figura 3: Rollos confeccionados cortando la pastura en estado fenológico entre botón floral y 10% de floración, gavillas secadas a sol durante 4 días, confeccionándose andanas en rango de humedad de gavillas entre 35 y 30%, y enrollados en el rango de humedad de 16 a 18%

El armado de los tratamientos y estiba de los rollos fue realizado dos días después de su confección, el día 1 de marzo, en hileras por tratamiento de acuerdo al diseño previsto (Figura 4). Previo a acomodar los rollos en su lugar final de almacenamiento por tratamiento, se procedió al pesado individual de cada rollo y a la obtención de muestras compuestas para determinación de %MS (porcentaje de materia seca) inicial.



Figura 4: Armado de tratamientos 1 de marzo de 2019. En las figuras superior y central se observa el armado de T3. En la última foto se aprecia la conformación de los tres tratamientos y el testigo.

Durante los 5 primeros días de armados los tratamientos, se procedió al ventilado de las hileras durante el día hasta la estabilización de la humedad del heno.

Ya armados los distintos tratamientos se procedió a la obtención de muestras compuestas de material de cada rollo para valoración en laboratorio de MS, PB, FDN, FDA y Mcal EM.

Los rollos permanecieron almacenados en condiciones de campo y bajo cada tratamiento durante 17 meses expuestos a las condiciones ambientales (Figura 5).



Figura 5: Los tratamientos con sus repeticiones (rollos) permanecieron almacenados a campo durante 17 meses desde marzo de 2019 hasta julio de 2020, expuestos a las condiciones ambientales en las distintas estaciones del año.

DETERMINACIONES

Para responder a los objetivos planteados, se evaluaron las prestaciones de la manta Geotextil comparando los distintos tratamientos bajo las siguientes determinaciones:

- Pérdidas en Kg MS/rollo
- Pérdidas totales de nutrientes, en Kg PB y Mcal EM por rollo y por hectárea

Pérdidas en Kg MS/rollo:

Este parámetro responde al primer objetivo específico referido a determinar los Kg MS perdidos durante el período de almacenamiento a campo, bajo cada tratamiento.

Se pesaron todos los rollos destinados al ensayo al inicio y al final del mismo ajustándose los valores obtenidos en función del % MS de la fibra en cada momento. De esta forma, por diferencia entre Kg MS inicial y Kg MS final, se determinó la pérdida de MS para cada repetición (rollo) y a partir del promedio, el valor de pérdidas para cada tratamiento.

El pesado se realizó mediante balanza de gancho, Dinamómetro Crane Scale 3265-1, comercializada por la firma Vesta, con sensibilidad de 0.5 kg, y capacidad máxima de 1000 kg (Figura 6).



Figura 6: Medición de peso de cada repetición a partir del uso de balanza de gancho, Dinamómetro Crane Scale 3265-1, comercializada por la firma Vesta. Operación realizada para cada rollo al comienzo y al final del período de almacenamiento a campo.

Pérdidas totales de nutrientes, en Kg PB y Mcal EM por rollo y por hectárea:

Para determinar las pérdidas de Kg de PB y Mcal EM por rollo de heno de alfalfa bajo cada tratamiento, se calculó la cantidad de nutrientes contenidos en cada rollo al comienzo del período de almacenamiento y se los comparó con aquellos disponibles al final de dicho período de estiba. Estos valores luego fueron expresados en pérdidas por unidad de superficie (ha) a partir de cálculo por fórmula.

- Determinación de la cantidad de nutrientes/rollo inicial:

Para conocer la cantidad inicial de nutrientes contenida en cada rollo (repetición), se determinó la calidad del heno promedio inicial o de punto de partida y se multiplicó la misma por la cantidad de kg MS de cada repetición.

kg PB/rollo Inicial	=	Kg PB/KgMS media inicial	x	Kg MS/rollo inicial
Mcal EM/rollo Inicial	=	Mcal EM/KgMS media inicial	x	

La valoración de la calidad promedio inicial o calidad media de punto de partida del heno utilizado para el ensayo se determinó mediante el envío a laboratorio de tres muestras compuestas de material.

Mediante el uso de muestreador de heno tipo zonda modelo FoodCo - INTA FM 13-450 (Figura 7), se obtuvieron las tres muestras compuestas con un peso de entre 250 a 300 g cada una. Cada muestra estuvo formada por 15 sub-muestras (una sub-muestra obtenida de cada rollo del ensayo).



Figura 7: Muestreador de sonda modelo FoodCo - INTA FM 13-450 utilizado para la obtención de la muestra compuesta inicial de todo el heno.

Las 3 muestras compuestas fueron remitidas en bolsas de nylon rotuladas al Laboratorio de Forrajes de INTA Manfredi para determinación de los siguientes parámetros de calidad: MS (Materia Seca), PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra Detergente Neutro), FDA (Fibra Detergente Acido) y Cenizas. La valoración de calidad de estos parámetros se realizó mediante el uso de NIRS FOSS DS-2500, con triple lectura de cada muestra.

A partir del promedio de los valores de calidad de cada muestra compuesta se determinó la calidad media inicial del heno utilizado en el ensayo. Tomándose estos valores como calidad media de punto de partida de todos los tratamientos.

A su vez, mediante cálculo por fórmula, se determinó la digestibilidad inicial del heno a partir del parámetro FDA, expresándose como % DIG (porcentaje de digestibilidad), y a partir de este valor se calculó el contenido de Mcal EM/ Kg MS.

Una vez obtenida la concentración proteica promedio inicial del heno expresada como % PB y la concentración energética media expresada como Mcal EM por kilogramo de MS, y conociendo el peso de cada rollo y su concentración en %MS de cada repetición, se pudo calcular los Kg PB y Mcal EM disponibles en formato de heno expresado por rollo, al inicio del almacenamiento, para cada repetición.

- Determinación de la cantidad de nutrientes/rollo final:

Para conocer la cantidad de nutrientes al finalizar el período de almacenamiento en julio de 2020, se procedió a repetir el muestreo, obteniéndose esta vez, 15 muestras compuestas, una por repetición y enviándose las mismas a laboratorio para su evaluación individual de calidad final para cada repetición, y a partir de su promedio, para cada tratamiento (Figura 9).

Para la obtención de cada muestra compuesta se tomaron 16 submuestras por rollo "dividiendo" al rollo en cuartos y tomando 4 submuestras por cada cuarto (Figura 8).



Figura 8: Cada muestra compuesta enviada a laboratorio para determinación de calidad final (una por repetición) se conformó de 16 submuestras tomándose 4 por cuarto de rollo para representar lo más fielmente posible la calidad evaluada.



Figura 9: Obtención de muestras compuestas y envío a laboratorio para determinación de calidad mediante NIRS FOSS DS-2500.

A partir de los valores de laboratorio que aportaron la concentración de PB y Mcal EM por Kg MS de cada repetición al final del ensayo y del peso de cada rollo por su porcentaje de MS, se determinó la cantidad de nutrientes disponibles al final del período.

kg PB/rollo Final	=	Kg PB/KgMS final	x	Kg MS/rollo final
Mcal EM/rollo Final	=	Mcal EM/KgMS final	x	

- *Determinación de pérdidas de nutrientes totales/rollo:*

Por comparación entre cantidad de nutrientes inicial y final se determinaron las pérdidas en Kg PB y Mcal EM por rollo y por hectárea ocurridas bajo cada tratamiento.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Pérdidas de peso de los rollos:

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los pesos frescos de cada repetición, así como los %MS y el valor total de kg de Materia Seca para cada repetición al inicio y final del ensayo.

Tabla 1: KG MS/Rollo en cada repetición (rollo) al comienzo y al final del ensayo.

KG MS/ROLLO AL INICIO Y FIN DEL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO									
Tratamiento	Rep nº	KG MS INICIAL				KG MS FINAL			
		PF Rollo	%humd	%MS	KG MS/Rollo	PF Rollo	%humd	%MS	KG MS/Rollo
T3	1	323	16,4	83,6	270,1	262,5	14,2	85,8	225,2
	2	316	17,5	82,5	260,6	263,0	12,6	87,4	229,9
	3	331	17,4	82,6	273,5	269,0	14,2	85,8	230,8
	4	327	16,2	83,8	273,9	273,5	13,6	86,4	236,3
T2	1	308	16,3	83,7	257,8	253,5	12,8	87,2	221,1
	2	323	17,5	82,5	266,3	259,5	13,3	86,7	225,0
	3	319	17,1	82,9	264,4	270,0	13,7	86,3	233,0
	4	317	17,0	83,0	263,0	270,5	13,9	86,1	232,9
T1	1	311	17,1	82,9	257,7	241,5	16,6	83,4	201,4
	2	326	17,3	82,7	269,7	257,0	16,4	83,6	214,8
	3	323	17,5	82,5	266,3	249,0	16,2	83,9	208,8
	4	324	17,8	82,2	266,5	251,0	17,2	82,8	207,9
T0	1	321	16,9	83,1	266,7	276,0	13,0	87,0	240,2
	2	320	19,0	81,0	259,2	276,5	15,0	85,0	234,9
	3	309	17,5	82,5	255,0	276,5	14,8	85,2	235,6

Para poder generar información a partir de estos datos se procedió al análisis de los mismos mediante la herramienta InfoStat (Tabla 2). A partir del análisis estadístico de los datos, se obtuvieron las medidas resumen que permitieron sintetizar la información de cada tratamiento.

En la Tabla 2 a) se presentan las medidas resumen del % de pérdidas de MS observado a lo largo del período de almacenamiento para cada tratamiento. En la Tabla 2 b) se expresan los kg MS perdidos por rollo bajo cada tratamiento, y en la Tabla 2 c) se expresan las pérdidas de cada tratamiento en Kg MS por hectárea de alfalfa.

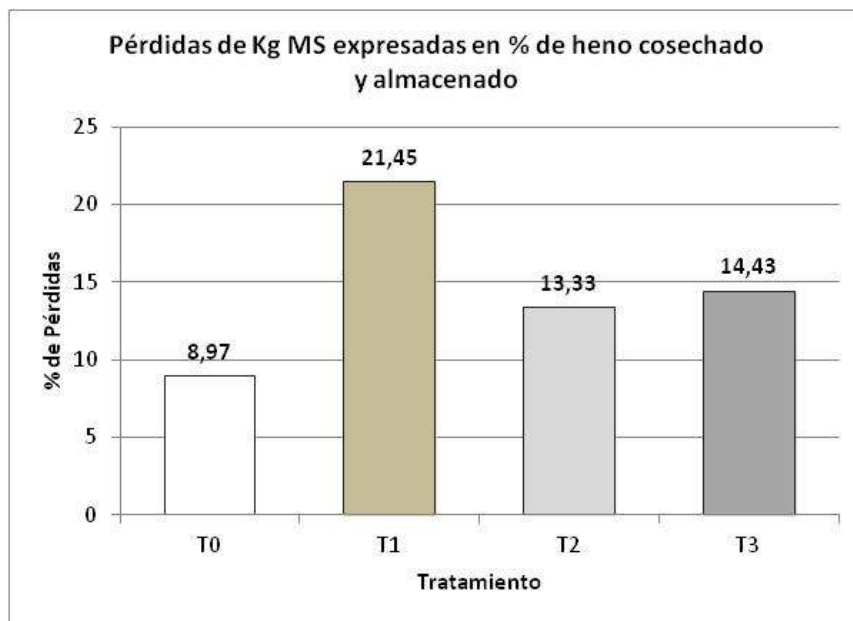
Tabla 2: Medidas resumen obtenidas a partir del análisis de datos realizado por el programa Infostat.

Medidas resumen								
Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
T0	% Kg MS Perdidos	3	8,97	1,21	1,46	13,49	7,6	9,9
T1	% Kg MS Perdidos	4	21,45	0,72	0,52	3,35	20,4	22
T2	% Kg MS Perdidos	4	13,33	1,99	3,95	14,91	11,4	15,5
T3	% Kg MS Perdidos	4	14,43	2,12	4,51	14,72	11,8	16,6
Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
T0	Kg MS Perdidos/rollo	3	23,38	3,59	12,89	15,36	19,43	26,45
T1	Kg MS Perdidos/rollo	4	56,82	1,59	2,53	2,8	54,9	58,56
T2	Kg MS Perdidos/rollo	4	34,88	5,18	26,86	14,86	30,08	41,34
T3	Kg MS Perdidos/rollo	4	38,94	6,32	39,97	16,24	30,66	44,88

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
T0	Kg MS Perdidos/Ha-año	3	884	120	14300	14	754	989
T1	Kg MS Perdidos/Ha-año	4	2125	71	5021	3	2021	2171
T2	Kg MS Perdidos/Ha-año	4	1322	193	37110	15	1139	1536
T3	Kg MS Perdidos/Ha-año	4	1439	219	47778	15	1164	1667

En el Gráfico 1 se presenta en forma simplificada la comparación de pérdidas en Kg MS/rollo bajo cada tratamiento expresado como % del peso inicial de cada rollo. T0 presentó las menores pérdidas con un valor promedio de 8,97 % del peso inicial, T2 y T3 presentaron valores similares 13,33 y 14,43 % respectivamente. Mientras que T1 presentó valores de pérdida 21,45% respecto a los Kg MS disponibles al inicio del ensayo.

Gráfico 1: Pérdidas de KgMS/rollo bajo cada tratamiento, expresados como porcentaje de la cantidad disponible al comienzo del ensayo.



El análisis de la varianza (Tabla 3) para conocer si existieron o no diferencias significativas entre tratamientos se realizó a partir del Test de Tukey, especificando que todo el conjunto de comparaciones debe tener una tasa de error por tratamiento de 0.05 (equivalente a un nivel de confianza simultáneo de 95%).

Con letras iguales se indica ausencia de diferencia significativa entre tratamientos. Letras diferentes denotan existencia de diferencia significativa.

Tabla 3: Análisis de la varianza para la variable % de pérdidas de KGMS/rollo bajo los distintos tratamientos.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,64884				
Error: 2,7138 gl: 11				
Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	8,97	3	0,95	A
T2	13,33	4	0,82	B
T3	14,43	4	0,82	B
T1	21,45	4	0,82	C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)				

A partir del test se pudo establecer que existen diferencias significativas entre todos los tratamientos salvo entre T2 y T3.

Las pérdidas observadas en T2 y T3 de KGMS/rollo y por hectárea expresadas como porcentaje de los kg disponibles al inicio del ensayo, son significativamente inferiores a las presentadas por T1 y significativamente superiores a aquellas observadas en T0.

Pérdidas de Kg PB (Kilogramos de Proteína Bruta) y Mcal EM (Mega calorías de energía metabolizable):

En la Tabla 4 se muestra la calidad media del heno inicial o de punto de partida, igual para todos los tratamientos. Los valores de calidad final de las distintas repeticiones de cada tratamiento pueden verse en la Tabla 5.

Tabla 4: Calidad inicial promedio del heno utilizado en el ensayo.

CALIDAD INICIAL MEDIA DEL HENO								
	%PB	%CEN	%FDN	%FDA	%LDA	RFV	%DMS	Mcal EM/KgMS
	23,0	12,6	47,0	36,0	8,2	116	61	2,20

Tabla 5: Calidad final del heno bajo cada repetición de los distintos tratamientos.

CALIDAD FINAL BAJO CADA TRATAMIENTO									
Tratamiento	Repetición	%PB	%CEN	%FDN	%FDA	%LDA	RFV	%DMS	Mcal EM/KgMS
T3	1	22,2	13,4	47,2	36,3	8,3	121	61	2,20
	2	21,4	12,9	49,6	36,8	8,7	113	59	2,14
	3	22,0	13,2	49,5	36,8	8,6	113	60	2,18
	4	21,1	12,8	50,3	37,9	8,9	110	59	2,14
T2	1	22,2	12,9	48,7	37,3	8,5	114	60	2,16
	2	22,5	12,9	48,2	36,4	8,4	117	61	2,18
	3	22,0	12,9	49,1	37,3	8,9	113	60	2,16
	4	21,2	12,6	49,8	38,1	8,7	111	59	2,14
T1	1	19,6	13,2	54,9	40,7	9,9	97	57	2,06
	2	21,3	13,5	53,8	39,9	9,7	100	58	2,09
	3	19,8	13,3	55,2	41,2	9,8	96	57	2,07
	4	21,1	13,5	52,5	38,9	9,4	104	59	2,11
T0	1	22,5	12,7	47,5	36,6	8,2	118	60	2,18
	2	23,0	13,1	48,4	36,6	8,4	116	60	2,18
	3	20,8	12,5	52,5	39,7	9,4	103	58	2,09

De los parámetros de calidad ofrecidos por los análisis de laboratorio, se tuvieron en cuenta para la comparación de pérdidas de nutrientes los valores de %PB y McalEM/KgMS (Tablas 6 a y b).

Tabla 6 a y b: Resumen de calidad inicial media y calidad final por repetición para los parámetros %PB y Mcal EM/Kg MS.

CALIDAD INICIAL MEDIA		
	%PB	Mcal EM/kg MS
	23,0	2,2

CALIDAD FINAL			
Tratamiento	Repetición	%PB	Mcal EM/kg MS
T3	1	22,2	2,20
	2	21,4	2,14
	3	22,0	2,18
	4	21,1	2,14
T2	1	22,2	2,16
	2	22,5	2,18
	3	22,0	2,16
	4	21,2	2,14
T1	1	19,6	2,06
	2	21,3	2,09
	3	19,8	2,07
	4	21,1	2,11
T0	1	22,5	2,18
	2	23,0	2,18
	3	20,8	2,09

Para determinar las pérdidas en Kg PB y en Mcal EM por rollo en cada repetición, se procedió a estimar en primer lugar los Kg de PB y los Mcal EM disponibles por rollo al comienzo del ensayo comparándolo con la cantidad de Kg PB y Mcal EM disponibles al final del almacenamiento por repetición.

-Para la estimación del contenido de estos nutrientes al inicio del ensayo, se multiplicó la cantidad de MS de cada repetición al comienzo de la estiba, por el porcentaje de PB y por las Mcal EM arrojado como calidad media del heno de punto de partida, común para todos los tratamientos. Para la estimación del contenido de estos nutrientes al final del ensayo, se multiplicó la cantidad de MS de cada repetición al final de la estiba, por el porcentaje de PB y por las Mcal EM/KgMS arrojado como calidad de cada repetición (Tabla 7).

Tabla 7: Total de nutrientes (KG PB y Mcal EM)/rollo al comienzo y final del ensayo para cada repetición de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Rep	Kg MS/ Rollo Inicial	Total de Nutrientes Inicial/Rollo		Kg MS/Rollo Final	Calidad Final/Rollo		Total de Nutrientes Final/Rollo	
			Kg PB	Mcal EM		% PB	Mcal EM/KgMS	Kg PB	Mcal EM
T3	1	270,1	62,07	594,24	225,2	22,2	2,20	50,0	495,0
T3	2	260,6	59,88	573,31	229,9	21,4	2,14	49,2	492,4
T3	3	273,5	62,85	601,68	230,8	22,0	2,18	50,8	502,2
T3	4	273,9	62,94	602,52	236,3	21,1	2,14	49,8	505,0
T2	1	257,8	59,24	567,12	221,1	22,2	2,16	49,1	477,7
T2	2	266,3	61,20	585,92	225,0	22,5	2,18	50,6	491,5
T2	3	264,4	60,75	581,62	233,0	22,0	2,16	51,2	503,2
T2	4	263,0	60,43	578,56	232,9	21,2	2,14	49,5	497,7
T1	1	257,7	59,21	566,87	201,4	19,6	2,06	39,5	415,9
T1	2	269,7	61,97	593,26	214,8	21,3	2,09	45,7	448,3
T1	3	266,3	61,21	585,97	208,8	19,8	2,07	41,3	432,4
T1	4	266,5	61,24	586,24	207,9	21,1	2,11	44,0	439,6
T0	1	266,7	61,28	586,65	240,2	22,5	2,18	53,9	523,6
T0	2	259,2	59,56	570,21	234,9	23,0	2,18	54,0	512,3
T0	3	255,0	58,60	561,01	235,6	20,8	2,09	48,9	492,9

Conociendo el contenido inicial y final en kg PB y Mcal EM por cada rollo-repetición al comienzo y al final del ensayo, se pudo determinar el total de pérdidas de estos nutrientes, observado por repetición de los diferentes tratamientos (Tabla 8).

Tabla 8: Pérdidas de Kg PB/rollo y Mcal EM/rollo para cada repetición, expresado en cantidades y en porcentaje del disponible inicial.

Tratamiento	Rep	Pérdidas de Nutrientes/rollo			
		Kg PB	Mcal EM	% de la PB Inicial	% de la Mcal EM Inicial
T3	1	12,1	99,3	19,4	16,7
T3	2	10,7	80,9	17,8	14,1
T3	3	12,0	99,5	19,1	16,5
T3	4	13,1	97,5	20,9	16,2
T2	1	10,2	89,4	17,2	15,8
T2	2	10,6	94,4	17,3	16,1
T2	3	9,6	78,4	15,7	13,5
T2	4	11,0	80,9	18,1	14,0
T1	1	19,7	151,0	33,3	26,6
T1	2	16,2	144,9	26,2	24,4
T1	3	19,9	153,5	32,5	26,2
T1	4	17,3	146,7	28,2	25,0
T0	1	7,3	63,0	12,0	10,7
T0	2	5,6	58,0	9,3	10,2
T0	3	9,7	68,1	16,6	12,1

Mediante el uso de programa Infostat se realizó el análisis estadístico de los parámetros Pérdidas de Kg PB/rollo y pérdidas de Mcal EM/rollo, así como % de pérdidas de PB y % de pérdidas de Mcal EM, para poder generar información a partir de estos datos. De este modo se obtuvieron las medidas resumen que permiten sintetizar la información de cada tratamiento (Tabla 9).

Tabla 9: Medidas resumen de las pérdidas de PB y Mcal EM ocurridas bajo cada tratamiento

Medidas resumen de pérdidas de nutrientes/rollo bajo cada tratamiento							
Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	Mín	Máx
T0	Kg PB/Rollo	3	7,5	2,1	4,2	5,6	9,7
T0	McalEM/ Rollo	3	63,0	5,1	25,5	58,0	68,1
T1	Kg PB/Rollo	4	18,3	1,8	3,3	16,2	19,9
T1	McalEM/ Rollo	4	149,0	3,9	15,5	144,9	153,5
T2	Kg PB/Rollo	4	10,4	0,6	0,4	9,6	11,0
T2	McalEM/ Rollo	4	85,8	7,4	55,2	78,4	94,4
T3	Kg PB/Rollo	4	12,0	1,0	1,0	10,7	13,1
T3	McalEM/ Rollo	4	94,3	9,0	80,6	80,9	99,5

En el Gráfico 2 y Gráfico 3 se ofrece una visualización simplificada de las pérdidas en Kg PB/rollo y como porcentaje de la proteína disponible por rollo al inicio del ensayo.

En el Gráfico 2 se observa que el Testigo T0 presentó pérdidas de proteína iguales a 7.5 kg PB/rollo, mientras que T2 y T3 presentaron valores de pérdidas de 10,44 y 12 kg PB/rollo respectivamente y T3 alcanzó pérdidas de 18,3 Kg PB/rollo. En el Gráfico 3 se puede visualizar en forma comparada qué proporción de la oferta inicial de PB se ha perdido bajo cada tratamiento. T3 presenta la mayor proporción de pérdidas, con 30% de la PB disponible al inicio del ensayo. En el otro extremo de las situaciones, T0 presentó pérdidas por 7,5% de los Kg PB disponibles al inicio del ensayo. T2 y T3 detectaron pérdidas del orden de 17,1% y 19,3% respectivamente.

Gráfico 2: Pérdidas de PB kg/rollo bajo cada tratamiento.

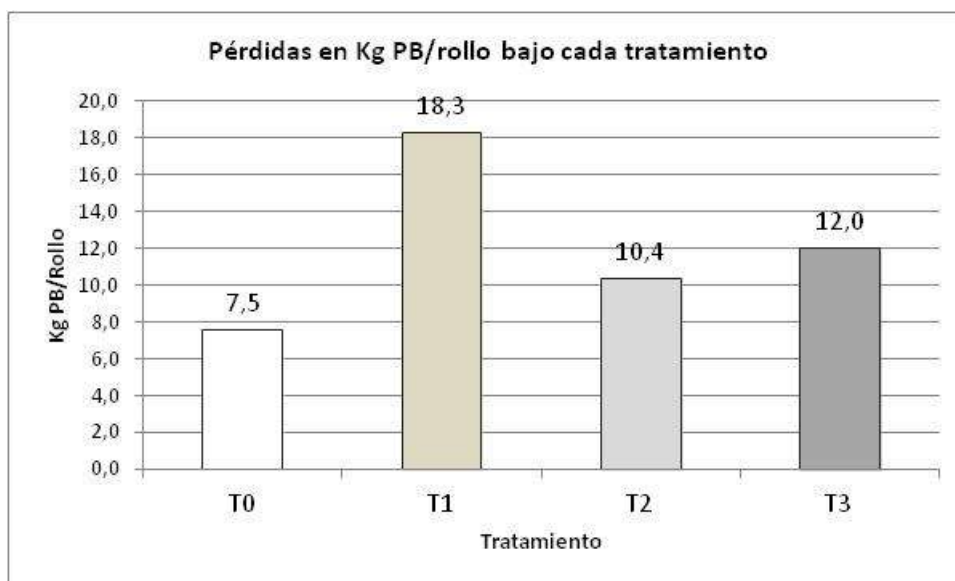
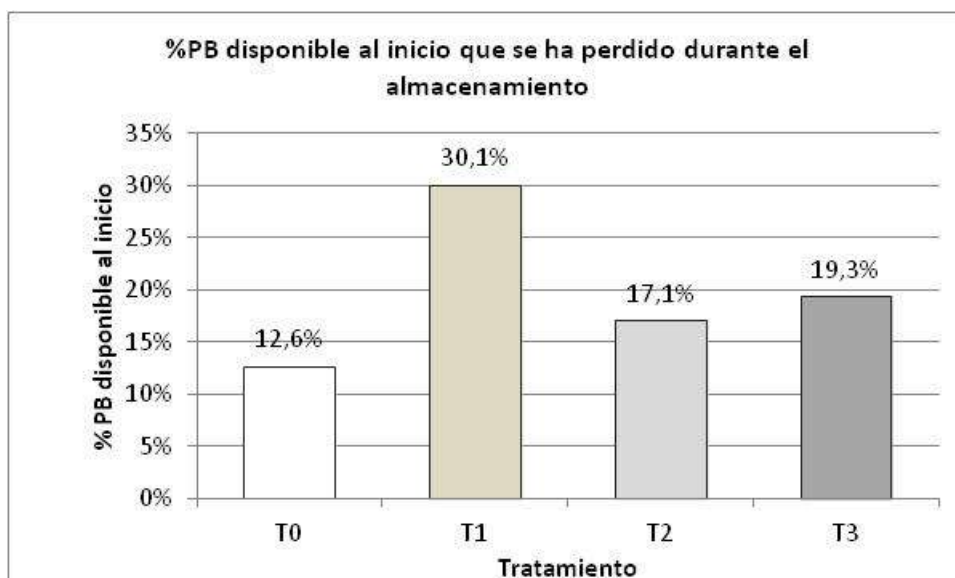


Gráfico 3: Pérdidas de PB como proporción de la proteína disponible al comienzo del ensayo.



Respecto a las pérdidas de energía ocurridas durante el almacenamiento, el Gráfico 4 ilustra en forma comparada las pérdidas de Mcal EM/Rollo bajo cada tratamiento. Por su parte el Gráfico 5 permite observar la proporción de pérdidas ocurridas en cada tratamiento respecto a la oferta inicial de Mcal EM/Rollo.

En el Gráfico 4 se observa que el Testigo T0 presentó pérdidas de energía iguales a 63 Mcal EM/rollo, mientras que T2 y T3 presentaron valores de pérdidas de 85,8 y 94.3 Mcal EM/rollo respectivamente y T3 alcanzó pérdidas de 149 Mcal EM/rollo. En el Gráfico 5 se puede visualizar en forma comparada qué proporción de la oferta inicial de energía se ha perdido bajo cada tratamiento. T3 presenta la mayor proporción de pérdidas, con 25.6% de la energía disponible al inicio del ensayo. En el otro extremo de las situaciones, T0 presentó pérdidas por 11% de las Mcal EM disponibles al inicio del ensayo. T2 y T3 detectaron pérdidas del orden de 14.9% y 15.9% respectivamente.

Gráfico 4: Pérdidas de Mcal EM/rollo bajo cada tratamiento.

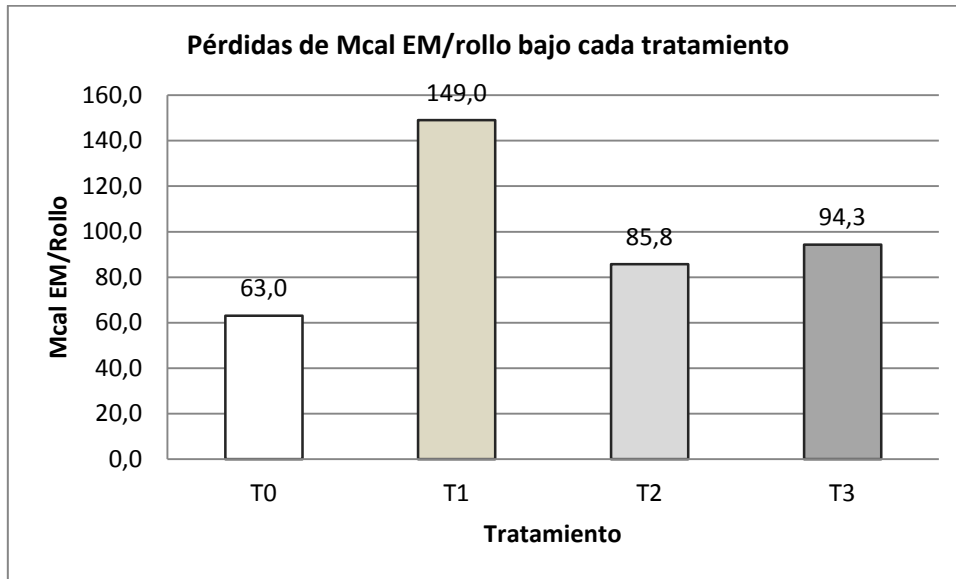
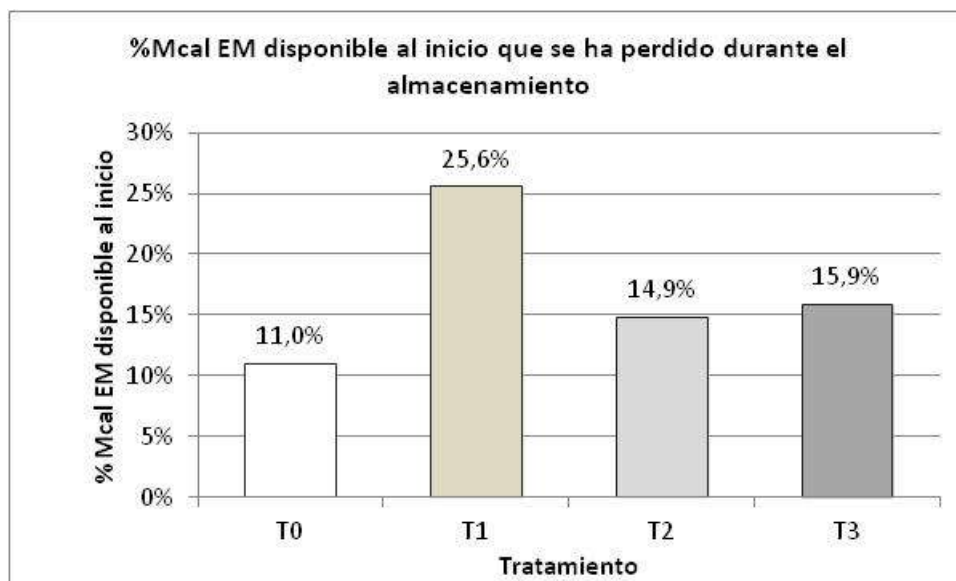


Gráfico 5: Pérdidas de Mcal EM como proporción de aquellas disponibles al comienzo del ensayo.



Para confirmar la existencia o no de diferencias significativas entre los tratamientos se realizó el análisis de la varianza (Tabla 10) a partir del Test de Tukey. Letras iguales indica ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. Letras diferentes denotan existencia de diferencia significativa.

A partir del test se pudo establecer que respecto al parámetro pérdidas en Kg PB/rollo durante el período de almacenaje, existen diferencias significativas entre T1 y los demás tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre T2 y T3 y ni entre T2 y el Testigo.

Tabla 10: Análisis de la varianza para determinar existencia de diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro pérdidas de PB expresado en Kg/rollo.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,16020				
Error: 2,0356 gl: 11				
Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	7,53	3	0,82	A
T2	10,35	4	0,71	A B
T3	11,98	4	0,71	B
T1	18,28	4	0,71	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El Test de Tukey como método de análisis de la varianza permitió también confirmar la existencia de diferencias significativas entre todos los tratamientos respecto al nivel de pérdidas de Mcal EM/rollo, salvo entre T2 y T3 entre los cuales no existe diferencias significativas en pérdidas de Macal EM/rollo (Tabla 11).

Tabla 11: Análisis de la varianza para determinar existencia de diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro pérdidas de Mcal EM/rollo.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,00603				
Error: 45,8983 gl: 11				
Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	63,03	3	3,91	A
T2	85,78	4	3,39	B
T3	94,30	4	3,39	B
T1	149,03	4	3,39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al expresar los valores de pérdidas totales de nutrientes por hectárea alfalfa, ocurridas durante el almacenamiento bajo distintos tratamientos se observa que T1 generó pérdidas cercanas a 695 Kg PB/ha, mientras que en T3 las mismas fueron 460 kg PB/ha, en T2 391 Kg PB/ha y 279 kg PB/ha en T0.

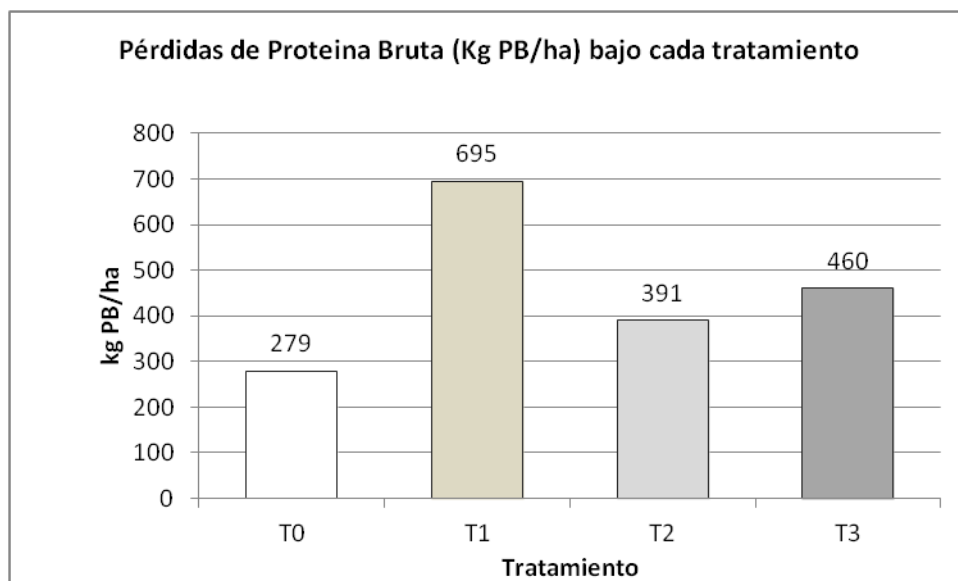
Los niveles de pérdidas de energía expresados por unidad de superficie ocurridas durante el almacenamiento, fueron 5.669 Mcal EM/hectárea en T1, mientras que en T3 y T2 las mismas adoptaron valores de 3.623 Mcal EM/ha y 3.236 Mcal EM/ha respectivamente, siendo las pérdidas de T0 iguales a 2.339 Mcal EM/ha (Tabla 12).

Tabla 12: Pérdidas PB en Kg/ha y de energía en Mcal EM/ha bajo cada tratamiento.

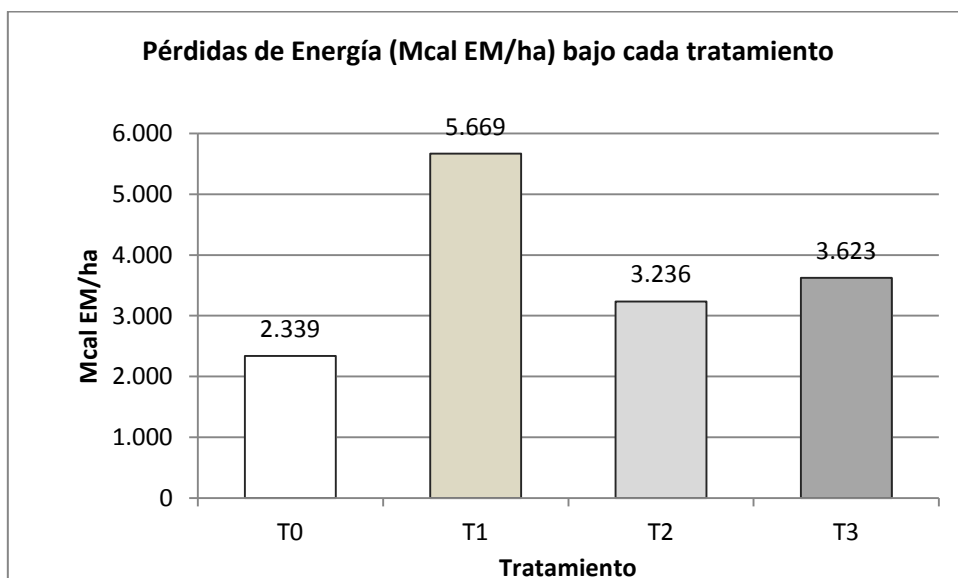
Perdidas por hectárea		
Tratamiento	Kg PB/ha	Mcal EM/ha
T0	279	2.339
T1	695	5.669
T2	391	3.236
T3	460	3.623

Estas diferencias de pérdidas totales de PB y Energía por unidad de superficie se reflejan en forma simplificada en el Gráfico 6 y el Gráfico 7.

Gráficos 6: Pérdidas de Proteína Bruta por unidad de superficie (KgPB/ha) bajo cada tratamiento.



Gráficos 7: Pérdidas de Energía metabólica por unidad de superficie (Mcal EM/ha) bajo cada tratamiento.



Análisis de los resultados obtenidos

A partir del ensayo se permitió demostrar las prestaciones de la red Geotextil en el almacenamiento de rollos de heno en condiciones de intemperie.

T2 y T3 presentaron diferencias significativas respecto a T1 en cuanto a pérdidas de Kg MS/rollo y por hectárea-año. T2 observó una reducción de las pérdidas del 37,8%, mientras que T3 una reducción del 32,7% respecto a las presentadas por T1. Mientras que T0 permitió una reducción de las pérdidas en Kg MS igual al 58% respecto a aquellas observadas en T1.

También presentaron diferencias significativas entre tratamientos las pérdidas totales de nutrientes por rollo y por hectárea. Las pérdidas de nutrientes totales acumulan el efecto de pérdida de KG MS, más la pérdida de calidad o concentración de PB y Mcal EM/kg MS.

Las pérdidas de PB totales fueron del 12,6%(T0), 17,9%(T2), 19,3%(T3) y 30,1%(T1) respecto a la cantidad de PB disponible al inicio del ensayo. Es decir que T2 ofreció una reducción de un 43,7% y T3 de un 33,8% respectivamente, con relación a las pérdidas totales de Proteína (en Kg PB/ha) observadas en T1.

Las pérdidas de Mcal EM totales fueron del 11% (T0), 14,9%(T2), 15,9%(T3) y 25.6%(T1) respecto a la cantidad de Mcal EM por rollo y por hectárea, disponible al inicio del ensayo. Es decir que T2 permitió una reducción del 42,9% y T3 de un 36% respecto a las ocurridas en T1.

Las mayores reducciones de pérdidas de nutrientes frente a T1, lo ofreció T0 con una reducción del 59,8% de las pérdidas de Kg PB/ha-año, y 58,7% de las pérdidas de Mcal EM/ha-año.

El almacenamiento bajo la modalidad T2 permitió aprovechar 304 kg PB y 2.433 Mcal EM más por hectárea-año que T1.

Los resultados también permitieron inferir que T3 no logra aportar ventajas respecto a T2, incluso, sus valores de pérdidas en todos los aspectos fueron superiores a los de T2, aunque no existan diferencias significativas entre ambos.

Si bien a partir de T2 y T3 se obtuvieron mejores resultados que T1, T0 obtuvo diferencias significativas demostrando menores pérdidas en Kg MS por rollo y por hectárea, así como menores pérdidas de nutrientes totales, tanto en Kg PB y Mcal EM.

El almacenamiento bajo otro sistema más hermético y con mayor aislación respecto a las condiciones ambientales como el caso de T1 sigue siendo superador reduciendo al menos 5 puntos porcentuales las pérdidas totales de nutrientes, es decir un 35% de las perdidas menos que las ocurridas en T2.

Esta distancia entre T2 y T0 puede reducirse fuertemente en la medida que las mantas ofrezcan mayor aislación frente a las condiciones ambientales y el suelo.

Se aguardan los resultados de los nuevos ensayos realizados mediante convenio MAFIS SA – INTA tendientes a atender esta inquietud, pero con el logro de los resultados obtenidos en el presente ensayo que ofrecen mejoras al tradicional almacenamiento de rollos a la intemperie.

Otras consideraciones

La comparación lograda a partir de este ensayo respecto a las prestaciones ofrecidas por los diferentes tratamientos, no incluyó un análisis de concentración de micotoxinas, ni las pérdidas que se generan si, antes de entregar al animal o cargar en mixer, se procede a eliminar la “camisa”o periferia de heno afectado por las lluvias y humedad ascendente desde el suelo, para evitar toxicidad hepática animal. Estas toxinas de origen fúngica son responsables de grandes pérdidas productivas traducidas en kilos de carne o litros de leche por hectárea, sea por efecto de enfermedades clínicas generadas por dichas toxinas, o bien por efectos sub clínicos, pero con reducción de la eficiencia productiva del animal.

Las pérdidas de material, en el caso de que el productor elimine la “camisa” afectada, tomando conciencia de del problema que generan las micotoxinas, se elevan en forma importante, incrementando las diferencias ya de importancia encontradas en el presente ensayo. En la figura 10 se puede apreciar la zona de material visiblemente afectado especialmente en T1. La valoración objetiva de pérdidas de material por alta presencia de micotoxinas, podrá tenerse en cuenta en los futuros ensayos a llevarse a cabo referidos al uso de mantas con destino a almacenamiento de heno.

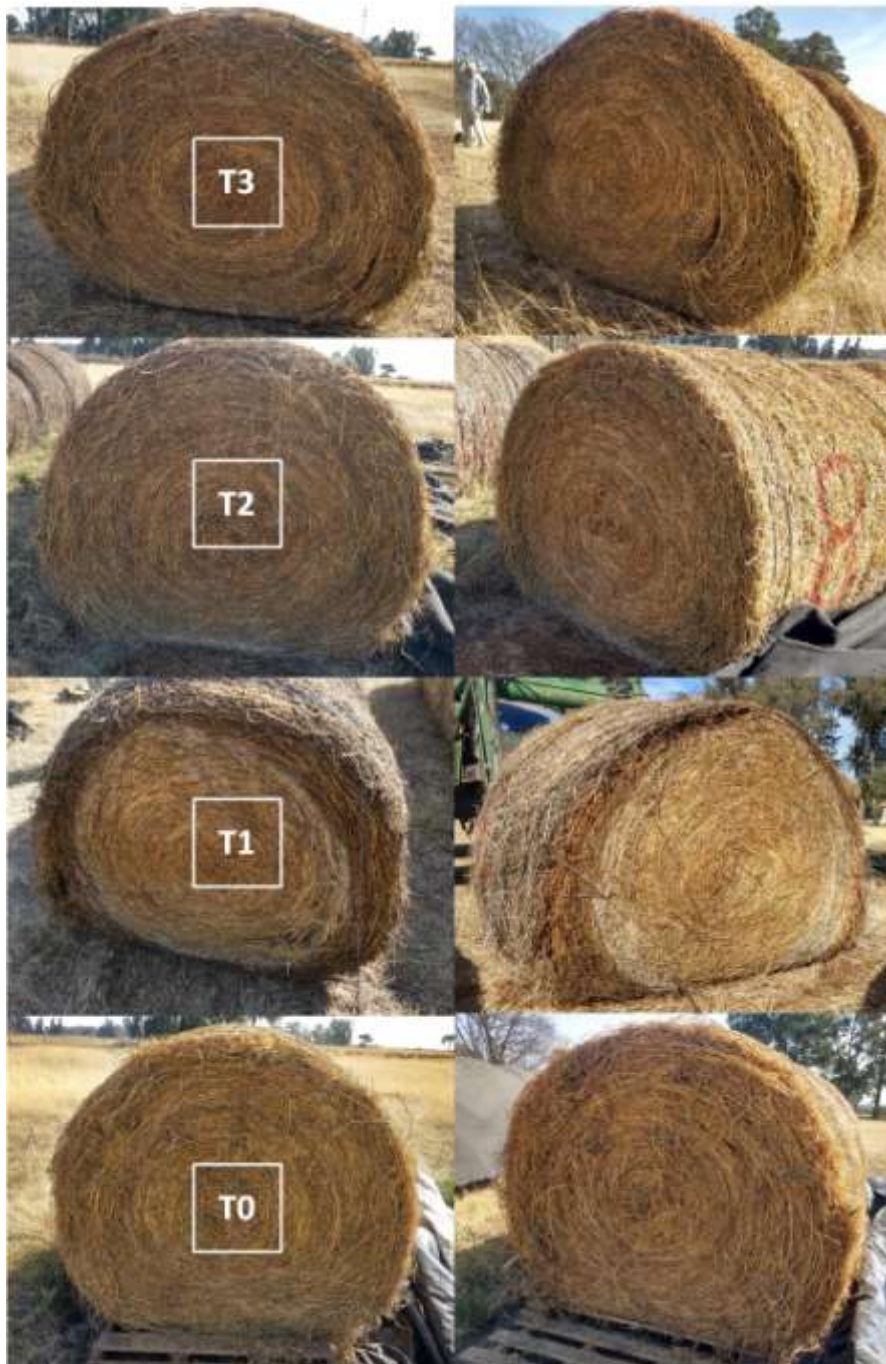


Figura 10: Aspecto visual del heno tras 17 meses de almacenamiento bajo los distintos tratamientos. T1 expresa notorio deterioro de la camisa periférica.

Otro aspecto que no formó parte de las determinaciones de este ensayo es el valor económico del heno logrado a partir de los distintos tratamientos, si el mismo fuera comercializado fuera del establecimiento y bajo la modalidad subjetiva de valoración del heno por organoléptica que aún se encuentra generalizado en el comercio interno.

Este aspecto no es menor, ya que cuando el heno presenta el aspecto de T0 al final del almacenamiento, su valor actual en el mercado puede encontrarse en torno a los 9 \$/kg, mientras que un heno del aspecto logrado en T3 y T2 7-8 \$/kg y un heno del aspecto de T1 lograr un valor de 5 \$/kg. Es decir que bajo estos supuestos de precio, ante la venta del heno, la alfalfa producida y almacenada bajo la modalidad de T2, podría generar ingresos 25.000 \$/ha-año mayores que si dicho heno fue almacenado bajo el modo T1.

CONCLUSIONES

La manta siliconada Geotextil presenta aptitudes demostradas, para su aplicación al almacenamiento a campo de heno de alfalfa en vistas a conservar su calidad reduciendo las pérdidas en Kg MS, PB y Mcal EM.

La misma demostró beneficios consistentes frente al almacenamiento de los rollos a la intemperie. Esta diferencia puede continuarse evaluando para generar antecedentes cada vez más robustos que fundamenten la aptitud de dicha manta para el almacenamiento de heno.

La metodología de rollo envuelto en manta Geotextil, que en este ensayo fue representada por T3, demostró resultados inferiores a los obtenidos con el solo tapado superior de los rollos con esta manta, representado por T2. Probablemente la causa se encuentre en que T3 impide un rápido secado de la base del rollo al reducir la circulación del viento luego de una lluvia, aparte de posibles efectos de capilaridad en el ascenso de agua desde el suelo. Si bien esta diferencia no es significativa, podría continuarse con la comparación T2 vs T3 en busca de datos más contundentes, o bien si se quisiera lograr mayor rigor para afirmar, que no es necesario ni ventajoso aplicar manta en la base de las hileras de rollos.

Se presume a partir de los valores obtenidos en T0, bajo cubierta plástica y aislado con pallets, que a partir del empleo de mantas de mayor impermeabilidad, se lograrán mejores resultados, asemejándose al valor del Testigo.

Esta nueva hipótesis terminará de ser probada en el ensayo que actualmente se encuentra en curso por parte de INTA_MAFIS S.A.

Para futuros ensayos se recomienda la evaluación de niveles de micotoxinas ocurridos bajo los diferentes tratamientos hacia el final del período de almacenamiento.

Autor: Ing. Agr. MBA Gastón Urrets Zavalía
Grupo Alfalfa - Área de Recursos Forrajeros - INTA Manfredi

Manfredi, Córdoba -18 de Diciembre de 2020