

HENIFICACION DE LA ALFALFA

Pedro Cofré Banderas
INIA, CRI QUILAMAPU

IMPORTANCIA EN LA ZONA

En la zona centro sur (VII y VIII Regiones) existe una superficie de alfalfa de alrededor de 25.000 hectáreas, un 70% de la cual se destina a la confección de heno. Con una producción estimada de 13 ton de heno/ha, se calcula una producción total de 227.500 ton/año.

En el proceso corriente de henificación existen pérdidas en volumen y calidad; las primeras, normalmente fluctúan alrededor de un 25% del forraje disponible, por lo cual alcanzarían a 56.875 ton /año. En el caso de la calidad, los análisis bromatológicos del Laboratorio de Nutrición Animal del CRI - QUILAMAPU, muestran valores de proteína que van desde un 9 hasta un 20%. Esto, fundamentalmente se debe a desconocimiento de técnicas de manejo para la confección de henos de buena calidad.

En la actualidad la alfalfa es sembrada en los mejores suelos de riego del valle central, en donde, en los últimos años ha tenido un incremento del 6,1% anual. De mantenerse esta tendencia en los próximos 8 años, es decir el año 2003, se superarían las 40.000 ha en la zona centro sur. Además, la investigación realizada en los últimos años, indica que es posible extender su radio de siembra a zonas agroecológicas hasta ahora no ocupadas con esta forrajera: el Secano de la Precordillera; los Suelos Arenales, la Provincia de Arauco y algunos suelos del área arrocerá; hecho que constituye una nueva alternativa de ingresos para los sistemas de producción de esos sectores.

La incorporación de Chile a los tratados internacionales de libre comercio, entre los cuales cobra especial relevancia Brasil en el Mercosur y Japón en los países asiáticos, unido al aumento de la demanda nacional por un forraje conservado de mejor calidad, permite predecir una demanda creciente por este producto.

INFLUENCIA DEL ESTADO FENOLOGICO AL CORTE

La alfalfa almacena sus reservas de carbohidratos en la corona y en las raíces. Estas proveen de energía a la planta para sobrevivir en el invierno, y recuperarse luego de cada utilización. Luego del corte la planta utiliza los carbohidratos de reserva en su desarrollo inicial, hasta que la planta reinicia el proceso de fotosíntesis. Esta tiene por objeto la formación de más carbohidratos, tanto para crecimiento como para nuevas reservas de la planta. Luego del corte, la planta utiliza las reservas en crecer durante 2-3 semanas hasta que la planta alcanza 15-20 cm de altura, para luego seguir con el almacenaje de reservas en las raíces. Las reservas de carbohidratos en las raíces y coronas aumentan hasta que la planta alcanza la madurez total. Al cortar reiteradamente la alfalfa en estados inmaduros, se impide a la planta tener un nivel adecuado de reservas, afectándose su recuperación; por un menor número de brotes, menor velocidad de crecimiento, pudiendo disminuir el número de plantas y la persistencia de la pradera. Por tal razón, en función de los objetivos de pradera y

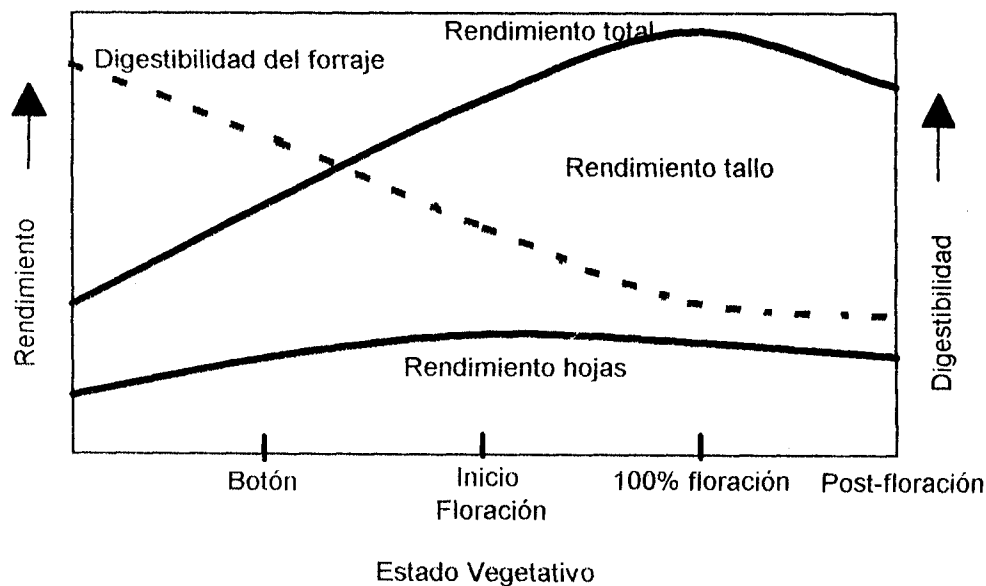
del destino del heno , es como debería plantearse la utilización y el manejo de la alfalfa (Cuadro 1).

CUADRO 1. Estados fenológicos de uso de la alfalfa y persistencia de la pradera

Calidad a obtener	Estado al corte	Persistencia (años)
Máxima	Prebotón - botón	2 - 3
Media	3 prebotón-botón, 1 con 10% flor	4 - 5
Regular	10% flor	6

El rendimiento de la alfalfa/corte se incrementa en la medida que la planta madura y se aumentan los intervalos entre cortes. En teoría, el máximo rendimiento podría obtenerse cuando la planta alcanza la floración completa, no obstante, por pérdidas de porciones maduras (senescencia) de la planta, los mayores rendimientos a veces son obtenidos con un 50% de floración (Figura 1).

Figura 1. Rendimiento y Calidad de la Alfalfa en distintos estados de Crecimiento (Orloff y Marble, 1997)



En contraste con el rendimiento, la calidad declina a medida que la planta madura (Cuadro 2). Esto se debe a que a medida que la planta madura va disminuyendo en la materia seca su proporción de hojas, que son las que aportan mas nutrientes a la planta, y simultáneamente se va incrementando el contenido de fibra en los tallos (Cuadro 3).

CUADRO 2. Valor nutritivo del heno de alfalfa

Desarrollo	E. Met. (Mcal)	Proteína (%)	FDA (%)
Prebotón	2,49	23	28
Botón	2,36	20	29
10% flor	2,22	18	31
50% flor	2,13	17	35
100% flor	2,00	15	37

NRC, 1988

CUADRO 3. Proporción de hojas y de tallos en tres estados de crecimiento de la alfalfa

Estado de crecimiento	Porcentaje	
	Hojas	Tallos
Botón	63	37
10% Flor	48	52
100% Flor	46	54

Orloff y Marble (1997)

LABORES EN EL HENIFICADO

El principal objetivo de la conservación de forraje es obtener un mínimo de pérdidas de materia seca y de nutrientes. Todos las labores en el proceso de henificación (corte, hilerado, enfardado, almacenaje, traslados), causan pérdidas de materia seca. Algunas resultan de acciones mecánicas y otras de procesos biológicos. Las pérdidas durante la cosecha y el almacenaje del heno pueden variar entre un 15 y un 100% de la materia seca inicial. En condiciones relativamente buenas, las pérdidas durante la henificación pueden variar entre un 15 y un 18%. Por su parte, las pérdidas entre el corte y el consumo fluctúan entre un 20 y un 30% de la disponibilidad de materia seca.

Las pérdidas están influenciadas por el tipo y tamaño de la maquinaria, el almacenaje, el manejo y el clima. La mayoría ocurren durante la cosecha del forraje; mientras que en el almacenaje bajo techo estas alcanzan a alrededor de un 5% pudiendo llegar a más de un 30% en almacenaje a la intemperie.

Las pérdidas se producen por separación física y degradación de nutrientes. La separación física normalmente es causada por el equipo de cosecha o por lluvia, correspondiendo normalmente a hojas. Las hojas tienen una mayor concentración de nutrientes, por lo que su desaparición acarrea una disminución en la concentración de nutrientes en el forraje remanente.

Las pérdidas del proceso de henificación pueden dividirse en cuatro grandes categorías :

- Por respiración
- Por daño de lluvia
- Por maquinaria
- Por almacenaje

Pérdidas por respiración

El proceso de respiración consume azúcares, lo cuál incrementa la proporción de la fibra detergente neutro y de la fibra detergente ácido, además disminuye la digestibilidad del forraje .

La respiración continúa después que el forraje es cortado. Esta decrece en la medida que disminuye la humedad del forraje, aproximándose a cero cuando la humedad llega a alrededor de un 40%. A este nivel cesa la actividad enzimática, o al menos no es detectable.

El rocío o la lluvia aumenta la actividad enzimática y prolonga la respiración. El rehumedecimiento del pasto puede hacerlo respirar a tasas similares que pastos con contenidos de agua semejantes.

Los carbohidratos, en los tejidos de la planta, proveen el sustrato principal para la respiración .La tasa de respiración declina con la disminución de los carbohidratos. El agotamiento de los carbohidratos, normalmente no ocurre durante el proceso de secado en el campo, a no ser por la caída de lluvias muy dañinas.

Las pérdidas de materia seca debido a respiración en la alfalfa son difíciles de medir en el campo, y varían ampliamente pudiendo llegar hasta un 19% de la disponibilidad inicial . En alfalfa secada bajo buenas condiciones atmosféricas, las pérdidas por respiración fluctúan alrededor de 3 - 4%. El corte en la mañana de días soleados permite una máxima exposición a la radiación solar, mientras que si el forraje es cortado en la tarde se reduce el tiempo de secado pudiendo prolongarse la respiración.

Los carbohidratos no estructurales, en alfalfa, principalmente son glucosa y fructuosa y en menor proporción sucrosa ; que son los utilizados en el proceso de respiración. La proteína y la fibra son utilizadas en pequeña proporción en la respiración .

En el proceso de secado en el campo ocurren pequeñas pérdidas de nitrógeno total y además se produce desdoblamiento de proteína a nitrógeno no proteico. Si la humedad es suficiente el desdoblamiento de las proteína es muy rápido, y está influenciado por el tiempo de secado. Con secados de menos de 6 horas el rompimiento de las proteínas es despreciable.

La proteína degradada durante el secado trae como consecuencia la acumulación de amidas y otros compuestos como aminoácidos libres, bases volátiles y péptidos. Estos cambios hacen disminuir la solubilidad de la proteína verdadera.

En resumen, la respiración durante el proceso de secado de la alfalfa se traduce en pérdidas de carbohidratos solubles y en un incremento de los distintos componentes de la fibra.

Pérdidas por lluvia

El impacto de la gota de agua causa el desprendimiento de la hoja desde el tallo, lo cual es especialmente importante en especies leguminosas. Las pérdidas de hojas son mayores con el incremento del agua caída, es así como estas van desde un 7% sin lluvia hasta casi un 18% luego de 63 mm de lluvia. Las pérdidas combinadas por lavado de nutrientes, incremento de la respiración y pérdida de hojas, pueden incrementarse desde menos de un 10% sin lluvia hasta más de un 50% para heno sometidos a 63 mm de lluvia (Cuadro 4).

CUADRO 4. Efecto de la lluvia en las pérdidas de materia seca (%) de alfalfa

	Lluvia (mm)			
	0	25	38	63
Pérdidas ms (%)	9,6	10,2	46,6	54,4

Universidad de Wisconsin (Pioneer Forage Manual, 1990)

Las pérdidas por lavado son influenciadas por un conjunto de factores, tales como el estado de madurez, contenido de humedad al momento de la lluvia, cantidad y frecuencia de lluvia, y condiciones de corte y acondicionamiento. La influencia del estado de madurez y la cantidad de lluvia caída sobre las pérdidas de materia seca en alfalfa y trébol rosado se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Influencia del estado de madurez y de la lluvia sobre las pérdidas de materia seca (%) en alfalfa y trébol rosado.

Pérdidas	Estado madurez	Lluvia caída (mm)			
		0	25	41	63
Hojas	Botón	7,6	13,6	16,6	17,5
	100% Flor	6,3	9,1	16,7	19,8
Lavado y respiración	Botón	2,0	6,6	30,1	36,9
	100% Flor	2,7	4,7	23,5	31,8
Total	Botón	9,6	20,2	46,6	54,4
	100% Flor	9,0	13,7	40,2	51,5

Universidad de Wisconsin (Pioneer Forage Manual, 1990)

En todas las leguminosas forrajeras la pérdida de hojas es similar, siendo mayor en aquellas que tienen una mayor relación hoja tallo. Existe una mayor pérdida de hojas en el trébol rosado por tener una mayor proporción que la alfalfa. El estado de madurez no afecta las pérdidas de hojas en estas especies, no obstante, si influye en la concentración del contenido celular.

El acondicionamiento aumenta la velocidad de secado incrementando a la vez la susceptibilidad del cultivo a la lluvia. El forraje cortado con máquina tipo chopper y/o segadora acondicionadora puede ser más susceptible al daño por lluvia. Las pérdidas exclusivas por lluvia han sido reportadas en el doble con este tipo de cosecha en gramíneas, en cambio, se ha encontrado poca diferencia en el caso de alfalfa.

La amplitud del hilerado está muy relacionada con las pérdidas, debido a que el forraje estará en distinto grado expuesto a la lluvia. Normalmente existen mayores pérdidas en alfalfa manejada en hileras anchas.

Una pérdida indirecta del daño de la lluvia es el que ocurre sobre el rebrote, puesto que éste es atrasado los mismos días que tarda el periodo de secado. Este ocurre por sombreamiento del pasto cortado y el daño por las operaciones con maquinaria sobre el rebrote inicial.

Las pérdidas ocasionadas por la lluvia pueden afectar la calidad del forraje remanente, principalmente a través de la pérdida de hojas, puesto que estas son las que contienen la mayor concentración de nutrientes. La alfalfa está constituida en un 50% por hojas, con un contenido de proteína de un 28% ; mientras que el tallo solo alcanza a un 12%, con una media total de 20%. Un 10% de pérdidas de hoja traería una baja en la proteína total a un 19,6% en el forraje remanente. A lo anterior debe agregarse que como resultado del daño de la lluvia se reduce en forma importante la digestibilidad y se incrementa el contenido de fibra del forraje.

PERDIDAS MECANICAS

La cosecha de forraje requiere varias labores con maquinaria, en que cada operación causa pérdidas adicionales. Las pérdidas mecánicas afectan a la calidad del forraje en dos formas : a) la materia seca pierde nutrientes beneficiosos en nutrición animal y, b) las pérdidas afectan la concentración de nutrientes en el forraje remanente.

En las pérdidas mecánicas influyen mas las hojas que los tallos, las que al tener una mayor concentración de nutrientes, cambian la calidad del forraje remanente.

Todas las operaciones de la henificación ocasionan pérdidas de materia seca y de calidad. Estas son influenciadas por el tipo de máquina y su regulación, especie forrajera, estado de madurez, contenido de humedad, relación hoja tallo, y por la estructura de la hilera. **Las horas del día en que se realizan las labores y el porcentaje de materia seca al momento de ejecutarlas, tienen gran relevancia en las pérdidas de forraje.**

Corte y acondicionamiento

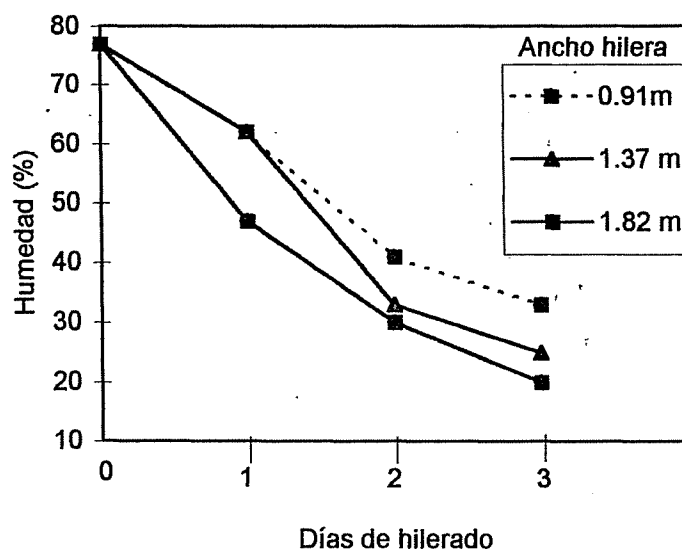
La alfalfa, para disminuir las pérdidas, debería ser segada con una cortadora acondicionadora, la que combina dos operaciones. No obstante el corte puede hacerse con barra cortadora corriente, de discos rotativos, de tambores rotativos y cortadoras tipo chopper. Estas últimas requieren más potencia y producen mayores pérdidas. En cuanto a acondicionadores, existen diferentes tipos, siendo el mas utilizado en alfalfa el de rodillos o engranaje de caucho o goma. La mayoría de los acondicionadores hace un buen secado cuando están bien regulados.

Las pérdidas en el corte y acondicionamiento varían entre 1-5% de la materia seca con barra segadora o cortadora de disco rotativo. Las segadoras rotativas pueden causar más daño que las barras segadoras, pero las pérdidas son similares. Las pérdidas son mucho mayores con máquinas tipo chopper, alcanzando alrededor de 6-11%. La máquina chopper tiene mecanismos muy agresivos en su trabajo, pudiendo duplicar las pérdidas al cortar la alfalfa.

Hilerado

Las pérdidas durante el hilerado varían desde un 1 hasta un 20% del rendimiento de forraje. Estas están influenciadas por la humedad y por la densidad del forraje en la hilera. De igual forma, el ancho de la hilera tiene influencia en la velocidad de secado del forraje, incrementándose a medida que este aumenta (Figura 2). Del mismo modo, las pérdidas al hilerar se incrementan en la medida que el contenido de humedad decrece especialmente bajo un 30% (Cuadro 6). Al estar el pasto esparcido en mucha superficie, es más difícil recogerlo con el rastrillo, incrementándose las pérdidas. Aunque no se han comparado pérdidas entre gramíneas y leguminosas, los antecedentes señalan que a un mismo contenido de humedad, estas serían similares.

Figura 2 . Efecto del ancho de la hilera de Alfalfa sobre la tasa de secado (Citado por Orloff,1997)



CUADRO 6. Pérdidas de rendimiento (bms) y de hojas (%) al variar el % de materia seca del forraje al momento de realizar las labores.

Labores	Rendimiento (%)	Hojas (%)
Corte y acondicionamiento	2	3
Hilerado		
40% ms	2	3
50% ms	3	5
67% ms	7	12
80% ms	12	21
Enfardado, transporte, guarda		
75% ms	3	4
80% ms	6	4
88% ms	6	8

Pitt (1990), citado por Orloff (1997)

Las pérdidas en el rastrillado varían acorde con el diseño de la máquina, pero esto aún no ha sido debidamente investigado. No obstante, es factible que las diferencias atribuidas a las máquinas se deban a regulaciones de las mismas.

Los rastrillos de descarga lateral forman la hilera mediante acciones envolventes que reducen el enmarañamiento con el rastreo incrementándolo a la vez entre las plantas. Por otro lado, en trabajos de henificación realizados por el INIA, CRI - QUILAMAPU (Chillán) (Cuadro 7) donde se utilizó un rastrillo de descarga lateral, se vio que el tratamiento hilerado en la tarde tuvo mayores pérdidas de materia seca (22,0%) que el tratamiento hilerado en la mañana (9,4%), lo que se explicaría por el mayor porcentaje de materia seca (70,7 vs 58,4%) al momento del hilerado. Esto es relevante en la pérdida de hojas de la alfalfa, por cuanto el tratamiento hilerado en la tarde tuvo mayores pérdidas (36%) que el tratamiento hilerado en la mañana (20%). Lo cual tiene una repercusión directa en la composición química del forraje remanente (Cuadro 8).

CUADRO 7. Materia seca (disponibilidad, pérdidas) y porcentajes de hoja en alfalfa en tres tratamientos.

ITEMS	T1	T2	T3
	Día 1 corte am	Día 1 corte am	Día 1 corte pm
	Día 2 hilerado am	Día 2 hilerado pm	Día 3 hilerado am
	Día 3 enfdo pm	Día 3 enfdo pm	Día 4 enfdo pm
Disp. ms (ton/há)	3,00	3,03	3,21
Heno ms (ton/há)	2,70	2,37	2,85
Pérdidas ms (%)	9,40	22,00	11,84
% ms inicial	18,83	19,25	20,21
% ms hilerado	58,4	70,7	67,8
T' (hrs) para 60% ms	9,6	9,4	24,2
% ms enfardado	81,6	83,7	85,8
% inicial hojas	53,7	54,8	55,1
% final hojas	43,2	35,1	39,3
Pérdidas hojas (%)	20,0	36,0	28,7

Cofré, Soto y Jahn (1996)

CUADRO 8. Variación de la proteína y de la fibra detergente ácido (fda) en el proceso de henificación de alfalfa en tres tratamientos.

COMPOSICIÓN INICIAL	T 1	T 2	T 3
Proteína total (%)	19,92	19,25	20,21
FDA (%)	31,56	31,86	33,24
COMPOSICIÓN FINAL			
Proteína total (%)	15,94	15,00	16,40
FDA (%)	37,10	39,50	36,30

Cofré, Soto y Jahn (1996)

La pérdida de hojas que afecta a la calidad del forraje es producto del rastrillado con menos de 30% de humedad en el forraje.

Enfardado

Las pérdidas corrientes durante el enfardado varían entre un 2 y un 5% del rendimiento, siendo mayores en fardos grandes redondos que en fardos pequeños rectangulares. Los dos factores que más contribuyen a las pérdidas, son la humedad de la alfalfa y el tipo de fardos, las que fluctúan entre 3-8% para fardos pequeños rectangulares y un 15% para fardos grandes redondos. Las pérdidas del enfardado consideran las de abocado y prensado. Las primeras corresponden al material que cae mientras es llevado hacia la máquina. Las otras corresponden a las ocurridas durante el prensado del forraje en la cámara.

Las pérdidas por abocado fluctúan alrededor 1-3% del rendimiento, y están influenciadas por la densidad del pasto en la hilera. Las pérdidas por abocado decrecen en la medida que se incrementa el volumen y peso de la hilera. Cuando el forraje es cortado y dejado en una hilera por una cortadora acondicionadora, las plantas generalmente están orientadas en la

misma dirección con poco enmarañamiento. En el rastrillado el pasto es enrollado y enmarañado. Las pérdidas son levemente mas grandes cuando el pasto está menos enmarañado en la hilera.

Las pérdidas en el prensado varían entre un 1 y un 3% del rendimiento en fardos rectangulares pequeños, estas corresponde principalmente a hojas destruidas ; estando influidas principalmente por el contenido de humedad del material a enfardar. Las hojas destruidas contienen menos de 10% de humedad. Si se enfarda en la noche, la humedad es mas alta, similar entre tallos y hojas ; con un 18% de humedad, estas pérdidas se reducen a la mitad.

Pérdidas durante el almacenamiento

Las condiciones climáticas contribuyen significativamente a las pérdidas del heno guardado a la intemperie. La mayor parte del deterioro ocurre en la pared externa del fardo, especialmente cuando yace sobre el suelo. Los fardos redondos grandes muestran pérdidas de un 6% bajo techo, comparado con un 17% al aire libre. Las pérdidas dependen de la cantidad de agua caída, del tiempo de almacenaje y de la capacidad del fardo para deshacerse del agua. En el Cuadro 9 se presenta el potencial de pérdidas de materia seca asociado a la cosecha y al almacenaje del heno con porcentajes de materia seca recomendados.

CUADRO 9. Pérdidas de materia seca (%) de heno cosechado y almacenado con porcentajes de materia seca adecuados. :

Items		Pérdidas ms (%)
Pérdidas cosecha		
- Respiración		2 - 16
- Mecánicas		8 - 45
- Lluvia (63 mm)		40 - 50
Pérdidas almacenaje		
- Bajo techo		5 - 10
- Intemperie	1 año	8 - 29
	2 años	13 - 32

Universidad de Wisconsin (Pioneer Forage Manual, 1990)

Últimas consideraciones

Definidos los estados fenológicos al corte en función de los objetivos de la pradera y del destino del heno, y teniendo como meta el mínimo de pérdidas, es bueno reiterar que, dentro de lo posible, el máximo de labores del henificado deberían realizarse en la mañana. En el Cuadro 10 se sintetizan algunas prácticas de manejo que pueden ayudar a disminuir las pérdidas en el henificado de la alfalfa.

CUADRO 10. Prácticas recomendadas para hacer un buen heno

Práctica	Justificación	Beneficio
Corte temprano	Permite secado todo el día	Pérdida más rápida humedad Menos pérdidas por respiración Menos probabilidad daño lluvia
Hilerado ancho	Incremento tasa secado	Las anteriores, más Mayor cantidad y calidad
Hilerado con 40-50% humedad	Incrementa tasa secado	Las anteriores, más Menos caída de hojas
Enfardado con 18-20% de humedad	Optimiza preservación	Menos caída de hojas Inhibe hongos y daño de sol Menos chance de fuego Mayor cantidad y calidad
Almacenaje bajo techo	Protege lluvia y sol	Inhibe hongos y daño sol Impide daño lluvia Mayor cantidad y calidad

Pitt (1991), Cornell University (citado por Undersander et al, 1994)

LITERATURA UTILIZADA

ALLEN, M. ; 1997. Harvest Alfalfa for Optimum Quality. mdrx2210.htm en www.canr.msu.edu

BUSTILLO, E.; 1990. Heno de calidad, sinónimo de beneficios. En Soto, P. (Ed). Seminario "Producción y Utilización de alfalfa en la zona Centro Sur y Sur.. Serie Quilamapu. INIA, CRI-Quilamapu. Chillán, Chile.p :238-248.

BUXTON, D. ; 1998. Growing Quality Forages under Variable Environmental Conditions, Ames, Iowa State University, USA. drbuxton@iaste.edu.

COFRÉ, P., SOTO, P., JAHN, E. ; 1996. Pérdidas en Henificación de alfalfa. En Libro de resúmenes de SOCHIPA XXI Reunión Anual, Coyhaique, Chile. p. : 23-24

CHAVARRÍA, J.; COFRÉ, P. ; 1993. Alfalfa de secano en la precordillera de Ñuble. Investigación y Progreso Agropecuario N° 28, CRI-Quilamapu. Chillán, Chile. p. : 36-41.

FLORENCE, R. ; 1996. Haying FAQ. ron@mlfarm.com.

FUNDACIÓN CHILE ; 1995. Perspectivas mas estables en el mercado del heno de alfalfa. Agroeconómico N° 28, Santiago de Chile. p. : 46-49.

HALL, M. ; 1996. Harvest Management of Alfalfa, Red Clover ,& Birdsfoot Trefoil in Pennsylvania. mhh2@psu.edu.

JAHN, E., VIDAL, A. , BAEZ, F., SOTO, P. ; 1993. Use of irrigated lucerne at different growth stages. II. Utilization for milk production. En Proceedings of the XVII International Grassland Congress, 8-21 February, Hamilton, New Zealand. p. : 1506 - 1507.

KLEIN, F. ; 1992. Heno y ensilaje de alfalfa. En Romero, O. (Editor), Seminario "Alfalfa y su utilización en la zona Sur". Serie INIA, CRI-Carillanca. Temuco, Chile. p. : 159-190.

MORGAN'S FORAGE BULLETIN ; 1998. Tips for producing quality round bales, April 16, 1998 . SMTP : bulletin@forage.com.

ORLOFF, S. ; 1997. Hay curing, baling, and storage. En : Intermountain Alfalfa Management (Orloff y Carlson, Tech. Ed.) University of California, Publication 3366. Oakland, California. USA. p. : 109 - 115.

ORLOFF, S., MARBLE, V. ; 1997. Harvest management. En : Intermountain Alfalfa Management (Orloff y Carlson, Tech. Ed.) University of California, Publication 3366. Oakland, California. USA. p. : 103 - 108

PIONEER FORAGE MANUAL ; 1990. A nutritional Guide. Des Moines, Iowa, USA.
p. : 31-33.

ROHWEDER, D., ANTONIEWICZ, R. ;1996. Alfalfa. The High Quality Hay for Horses. Certified Alfalfa Seed Council, Inc., Woodland, California. USA. p. : 7.

ROTZ, C., BLACK, J., MERTENS, D., BUCKMASTER, D. ; 1989. Dafosym : A model of dairy forage system. J. Prod. Agric. 2 : 83 - 91. USA.

ROTZ, C. ; MUCK, R. ; 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. En "Forage Quality, Evaluation, and Utilization" . p. : 828-868. Fahey, G. (Editor) . Madison, Wisconsin, USA.

RUZ, E. ; SOTO, P. ; 1995. Potencial para mejorar el establecimiento de alfalfa en suelos rojos arcillosos de la provincia de Arauco. XX Reunión Anual de la SOCHIPA. Centro de Estudios de Zonas Aridas, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Coquimbo, Chile.

SOTO, P. ; JAHN, E. 1993. Use of irrigated lucerne at different growth stages. I. Evaluation under cutting. En Proceedings of the XVII International Grassland Congress, 8-21 February, Hamilton, New Zealand. P. : 869 - 870.

SOTO, P. ; ACUÑA, H. ; 1993 . Variedades de alfalfa en secano de la precordillera de la zona centro sur de Chile. VIII Reunión ALPA.. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Revista Ciencia e Investigación Agraria 20 (2) : 33.

SOTO, P. ; RODRÍGUEZ, N. ; ACUÑA, H. ; 1993. Fósforo y calcio en el establecimiento de alfalfa en secano de la precordillera de la centro sur de Chile. VIII Reunión ALPA. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Revista Ciencia e Investigación Agraria 20 (2) : 33.

SOTO, P. ; RUZ, E. ; 1993. La fertilización en las praderas de suelos arenales. INIA, CRI-Quilamapu. Chillán, Chile. Investigación y Progreso Agropecuario N° 57, p. : 14-20

SOTO, P. ; RUZ, E. ; 1994. Manejo sustentable de la fertilidad de los suelos arenosos con alfalfa y trébol rosado para corte. En 45° Congreso Agronómico. INIA, CRI - La Platina. Santiago de Chile.

UNDERSANDER, D., ET AL. ; 1994. Alfalfa management guide. p. :43-51. Linda Deith (editora). Cooperative Extension Publications, University of Wisconsin-Extension. USA.

UNDERSANDER, D., ET AL ; 1996. Alfalfa for Dairy Animals. Certified alfalfa Seed Council, Inc., Davis, California. USA. p. : 6.