

# Conservación de forrajes (III): Calidad del forraje y del heno

En esta tercera entrega sobre la conservación de forrajes abordaremos la cuestión de la calidad del forraje y del heno. Podríamos definir calidad del forraje y/o del heno como el potencial que éstos tienen de producir una respuesta deseada en el animal. Dicho de otra forma, el grado en que cubre las necesidades del animal que lo consume. Se analizan en este trabajo aquellos factores que condicionan la calidad del forraje verde original así como los que determinan la calidad del heno que se obtiene y que no han sido expuestos en los dos trabajos anteriores sobre la henificación (Frisona Española nº 119 y nº 120). Asimismo, y de forma previa, se citan algunos de los parámetros de calidad que van a condicionar la respuesta del ganado, tanto en lo que a su nivel de ingestión voluntaria se refiere como a la respuesta productiva que se obtiene, función, entre otras cosas, del valor nutritivo del heno ingerido.



## Parámetros de calidad

Siguiendo con lo expresado en el párrafo inicial, la mejor forma de medir la calidad de un forraje sería evaluando la respuesta productiva que produce en el animal consumidor. Sin embargo, otros parámetros nos permiten valorar también la calidad de aquél.

**Antonio Callejo Ramos.** Dr. Ingeniero Agrónomo  
antonio.callejo@upm.es  
Dpto. de Producción Agraria - E.T.S.I.A.A.B.-UPM

**Palatabilidad.** Los animales seleccionan un alimento, y no otro, basándose en su olor, "tacto" y sabor.

La palatabilidad puede estar influenciada por la textura, hojiosidad, presencia de orina o heces, humedad o infestación de ese alimento, y por componentes que dan lugar a un sabor dulce, agrio o salado. Los forrajes de elevada calidad son, generalmente, muy palatables.

**Ingestibilidad.** En general, cuanto más alta es la calidad de un forraje y, por tanto, mayor es su palatabilidad, mayor es también la ingestión voluntaria del mismo.

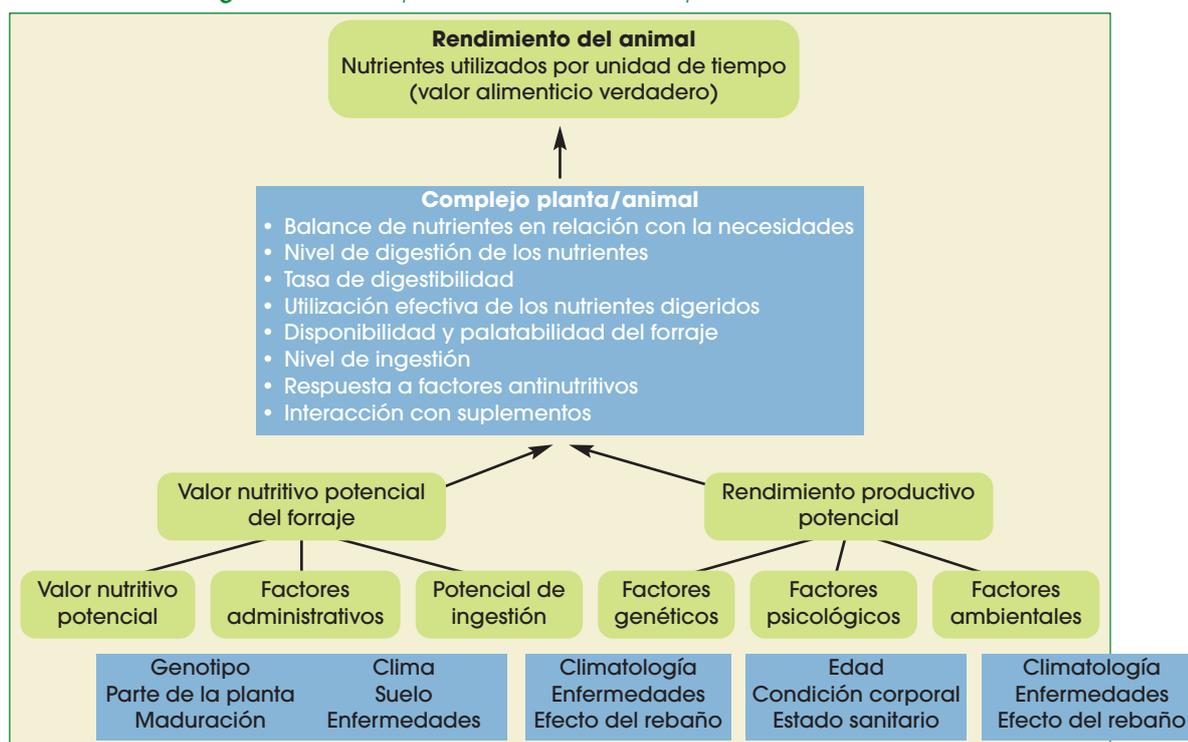
**Digestibilidad.** El principal factor que influye sobre la digestibilidad de un forraje verde es la edad de la planta en el momento de la siega. Sólo desde este punto de vista, los forrajes de plantas jóvenes, muy hojosas, tiernas, con pocos tallos, son los de mayor calidad, pues su digestibilidad es máxima.

**Composición química.** Los forrajes de mayor calidad nutritiva son los que presentan mayor proporción de componentes no estructurales (proteína, azúcares y almidón) respecto de los componentes ligados a las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina), de menor digestibilidad.

**Factores antinutritivos.** Las plantas forrajeras pueden contener sustancias susceptibles de causar disminución del rendimiento del animal, enfermedades e, incluso, la muerte. Tales sustancias incluyen taninos, nitratos, alcaloides, cianoglucósidos, estrógenos y micotoxinas. La presencia y/o toxicidad de estos componentes depende de las especies vegetales presentes en el forraje (incluyendo malas hierbas), época del año, condiciones ambientales y sensibilidad del animal. Los forrajes de calidad no pueden contener niveles peligrosos de estas sustancias antinutritivas.

**Rendimiento productivo del animal.** Como se comentó anteriormente, éste es el test último para valorar la calidad de un forraje, especialmente si se suministra como único alimento y a libre disposición. Bajo este enfoque, la calidad del forraje abarcaría aspectos como el valor nutritivo del mismo, su ingestibilidad y qué factores antinutritivos contiene. El rendimiento del animal puede verse afectado por cualquiera de los factores asociados a las plantas

Figura 1. Factores que afectan al rendimiento productivo del animal



o al propio animal, lo que se representa en la figura 1. Cualquier deficiencia que se presente de estos factores se traducirá en una menor productividad del animal.

### Factores que influyen en el valor nutritivo del forraje

Tres son los factores principales que determinan, en la mayor parte de los casos, la calidad del forraje y, por tanto, su valor nutritivo final: las especies botánicas, el estado de madurez de la planta cuando se siega y las condiciones de recolección. Factores secundarios, pero no por ello poco importantes, incluyen la temperatura y la humedad del suelo durante el crecimiento de las plantas, la fertilidad del suelo y variedades de una misma especie. Todos estos factores son determinantes en la calidad del forraje pues afectan a la anatomía y fisiología de la planta.

### Especie botánica y componentes de la planta

En general, las leguminosas son de mayor calidad que las gramíneas, pero hay excepciones. También existen grandes diferencias en la calidad de distintas especies de la misma familia botánica. Así, las plantas de climas templados-fríos presentan una mayor digestibilidad que las que crecen en climas tropicales o subtropicales.

Las leguminosas son frecuentemente asociadas con una mayor respuesta del animal como resultado de una rápida digestión de la materia seca ingerida, una mayor densidad del líquido ruminal y una mayor velocidad del tránsito digestivo. Ello se debe a un menor nivel de fibra lo que implica una mayor digestibilidad y un consumo voluntario mayor en comparación con las gramíneas.

Las hojas constituyen la parte más nutritiva y digestible de las plantas, sean éstas aprovechadas en verde, como heno o, incluso, cuando son ensilados. Cuando la alfalfa está en un estado de floración de 10 %, las hojas pueden contener alrededor de un 24% de proteína bruta mientras que los tallos contienen tan solo un 12 %. Por tanto, debe de considerarse el seleccionar especies y variedades

botánicas que tengan una alta proporción de hojas con relación a los tallos.

En la Tabla 1 se expresan los valores nutritivos estándar de henos de leguminosas y hierba de calidades diversas.

Tabla 1. Calidad estándar para leguminosas y hierba (NRAES-63, 1995)

Calidad	% / MS					
	PB	FAD	FND	dMS	CI (% PV)	VRF
Extra	> 19	< 31	< 41	>065	> 3,0	> 151
1	17-19	31-35	40-46	62-65	3,0-2,6	151-125
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2,5-2,3	124-103
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2,2-2,0	102-87
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1,9-1,8	86-75
5	<8	> 4	>065	< 53	<01,8	< 75

Valor Relativo del Forraje VRF =  $\frac{(88,9 - (0,779 \times \%FAD)) \times (120 / \%FND)}{1,29}$

### Estado de desarrollo de la planta

La calidad del forraje disminuye según aumenta el grado de madurez de la planta, siendo también menor el nivel de ingestión voluntaria de los animales al aumentar la fibrosidad de aquél y disminuir la velocidad de tránsito digestivo.

Por otra parte, según la planta envejece, disminuye la relación hoja/tallo. Ello da lugar a un menor valor nutritivo del forraje pues son las hojas las que contienen la mayor parte de los nutrientes de mayor digestibilidad (tabla 2). El aumento de la proporción de tallos también supone unas mayores pérdidas cuando se henifica en condiciones ambientales adversas.

Tabla 2. Composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa (Lorca y col., 1999; Barnes y col, 2003)

	Hojas	Tallos
Proteína Bruta (%)	24,0	10,7
Grasa Bruta (%)	3,1	1,3
MELN (%)	45,8	37,3
Fibra Bruta	16,4	44,4
FND (%)	27,0	66,0
FAD (%)	18,0	51,0
Cenizas	10,7	6,3

## Conservación de forrajes (III): Calidad del forraje y del heno

El estado reproductivo de la planta reduce la relación hojas/tallos y, como queda ya expresado, la calidad del forraje. La mayor parte de las gramíneas de zonas templadas requieren de un periodo de bajas temperaturas (vernalización) para florecer, por lo que estas especies sólo producen "tallos reproductivos" en primavera. En consecuencia, la calidad de los brotes es mayor y menores las variaciones de ésta en relación a la madurez de la planta puesto que la relación hojas/tallo de los brotes es mayor que la del primer corte.

Las leguminosas y algunas gramíneas (de clima cálido) pueden florecer varias veces el mismo año por lo que las variaciones en la calidad del forraje estarán menos ligadas al número de cortes que se practican en el cultivo.

El estado de desarrollo de la planta es uno de los principales factores que afectan al valor nutritivo de los forrajes. Durante la fase de crecimiento rápido, las plantas forrajeras contienen suficientes nutrientes para satisfacer las necesidades de crecimiento, reproductivas o de producción de leche del ganado. Cuando comienza el estado de madurez de la planta, los niveles de muchos nutrientes disminuyen y aumentan las necesidades de suplemento alimenticio para prevenir deficiencias. El forraje debe segarse, por tanto, teniendo más en cuenta el desarrollo de la planta que siguiendo un calendario fijo, si se desea producir forrajes de calidad elevada.



### **Mezclas de leguminosas y gramíneas**

La mezcla con leguminosas mejora considerablemente la calidad del forraje respecto a la que tiene un forraje sólo de gramíneas. La mezcla casi siempre tiene un menor nivel de FND y, a menudo, mayor contenido en proteína bruta,

### **Factores edáficos y de fertilización**

La calidad del forraje puede ser sustancialmente alterada por la aplicación de fertilizantes. En general, puede ocurrir que una deficiencia en el suelo de un mineral reduzca el rendimiento del forraje y la riqueza de éste en el mineral deficitario. Se acepta que los niveles de aplicación al suelo de un mineral puedan originar un alto consumo por la planta, y una elevada concentración en ésta o un bajo nivel de otros nutrientes.

También se sabe que una aplicación mineral equilibrada da lugar a que el forraje tenga una composición mineral también equilibrada, pero con diferente rendimiento según sea el nivel de abonado.

Puesto que la mayoría de los nutrientes son absorbidos por las raíces en forma de sales disueltas en agua, la absorción de minerales dependerá en gran medida del estatus hídrico del suelo. Cuando los niveles de nitrógeno y de agua en el suelo son los adecuados, la planta crece al formar nuevas células y sintetizar nuevas proteínas. En caso contrario, bien el nitrógeno no es absorbido por falta de agua o bien ésta es absorbida por la planta y evaporada a través de las hojas pero sin que se produzca efecto alguno en el crecimiento.

Para una adecuada combinación de rendimiento y calidad sin que se contribuya a un exceso de nitrógeno en el suelo ni en aguas subterráneas, las tasas de fertilización nitrogenada deberán ajustarse al potencial rendimiento del cultivo. La idea básica es que al cultivo se aporte sólo aquella cantidad de nitrógeno (u otros elementos) que las plantas son capaces de absorber.

Mayores niveles de nitrógeno en el suelo casi siempre incrementan el nivel de nitrógeno en gramíneas y, por tanto, de proteína bruta, pero puede tener un efecto mínimo en mezclas de gramíneas y leguminosas a no ser que la proporción de éstas últimas sea muy baja. Aumentar los niveles de nitrógeno en el suelo generalmente no altera el contenido en celulosa o fibra bruta, la lignificación o la energía digestible, salvo que afecte al grado de crecimiento alcanzado en el momento de la siega.

Dada la capacidad de las leguminosas para fijar el nitrógeno atmosférico, la suplementación mineral de nitrógeno reduce la cantidad fijada por la planta y no tiene efecto sobre el rendimiento del cultivo.

En suelos ácidos, la alfalfa presenta una coloración verde menos intensa, menor porte y menor densidad de planta. Por otro lado, al aluminio y el manganeso pueden resultar tóxicos para este cultivo sobre suelos muy ácidos. El cultivo de alfalfa sobre suelos de pH entre 6,5 y 7 incrementa la disponibilidad de molibdeno que estimula el desarrollo de las bacterias responsables de la fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo.

Los suelos con pH próximo a la neutralidad también aumentan la disponibilidad del magnesio y del fósforo.

En suelos deficientes en fósforo, la fertilización fosfórica puede suponer un importante aumento del contenido en este elemento, tanto en gramíneas como en mezclas con leguminosas, con tal que otros minerales y la humedad del suelo no sean factores limitantes. De hecho, la aplicación fosfórica al suelo puede disminuir la suplementación de este mineral a la ración de los animales alimentados con dicho forraje, producido en zonas fósforo-deficientes.

El fósforo es un mineral esencial en la fotosíntesis de la planta así como en la síntesis de carbohidratos y proteína, en el desarrollo radicular y en la multiplicación celular. Es un mineral clave, por ejemplo, en el cultivo de alfalfa. La maduración de esta leguminosa se ralentiza en los suelos deficientes en fósforo, aunque las plantas también muestran un menor contenido en fibra y mayor digestibilidad.

Mayores tasas de abonado en potasio, calcio, azufre o cobalto en suelos deficientes en estos nutrientes producirán mayores contenidos de estos minerales en el forraje cosechado. Niveles excesivos de algunos elementos como el potasio puede, en algunos casos, disminuir la disponibilidad de otros elementos en la dieta, como el magnesio y aumentar, así, el riesgo de tetania en los animales.

## Conservación de forrajes (III): Calidad del forraje y del heno

### **Factores climáticos**

Temperatura y pluviometría (ambas relacionadas con la humedad del suelo), son los dos factores ambientales más importantes que pueden alterar la calidad del forraje. En general, cuando la temperatura supera el valor óptimo de cada especie botánica, su valor nutritivo disminuye. Esto sucede especialmente en forrajes de invierno, como el bromo y el trigo, y en menor medida en la alfalfa y otras plantas cuyo crecimiento tiene lugar en épocas del año más templadas.

Las plantas que crecen en épocas y zonas de temperatura elevada generalmente dan lugar a un forraje de inferior calidad al de las plantas llamadas de invierno, propias de zonas templadas, con crecimiento durante los meses más fríos. Incluso el forraje de cualquier especie tiende a ser de peor calidad si se producen en regiones tropicales y subtropicales frente a los producidos en zonas templadas.

Ejemplos de especies de clima cálido son Bermudagrass, Bahiagrass o maíz. Tanto la proteína bruta como la digestibilidad son inferiores en este tipo de plantas. Si bien es verdad que convierten más eficientemente la energía del sol en material vegetal, también lo es que sus hojas contienen mayor proporción de tejidos muy lignificados, por tanto, menos digestibles.

Sin embargo, no parece ser tan evidente que la peor calidad de los forrajes de climas cálidos se deba a una mayor cantidad de fibra formada en estadios de desarrollo comparables entre sí o si, simplemente, es cuestión de un crecimiento más rápido de aquéllos.

Los datos de campo y experimentales sugieren que la calidad tiene mayor relación con la temperatura, en el caso de la alfalfa, cuando ésta se encuentra en principio de floración. Antes de ese momento, parece haber otros factores que son más determinantes en la calidad del forraje. Tras el comienzo de la floración, la tendencia es que, según aumenta la temperatura, disminuyen los niveles de proteína bruta y de fibra bruta. Asimismo, la digestibilidad de la alfalfa disminuye a un ritmo de 0,55%, 1,04% y 1,07% por grado de incremento térmico, cuando su estado de desarrollo coincide con el 10%, 1/3 y plena floración, respectivamente.

También en la alfalfa, las grandes diferencias en el contenido de almidón de las hojas son debidas al efecto de la temperatura en la que el cultivo ha crecido. Bajo un régimen térmico más frío (21/12 °C (día/noche)), la cantidad de almidón por hoja se incrementa a 4,83 mg en fase vegetativa y a 6,61 mg a principios de la floración, mientras que a 30/30 °C el contenido de almidón es apenas de 0,94 mg/hoja.

Parte de estas diferencias son reflejo de procesos fisiológicos que suceden en la fase vegetativa (crecimiento de la planta y desarrollo de nuevos tejidos y órganos) y en la fase reproductiva (acumulación de carbohidratos) cuando la planta se prepara para el desarrollo de las semillas o para la "supervivencia" invernal. Sin embargo, las mayores diferencias son debidas, a su vez, a diferencias en los niveles de respiración de las plantas a diferentes temperaturas. Esto significa que la alfalfa y otros forrajes cultivados en condiciones de temperaturas bajas tendrán 10 veces más carbohidratos solubles que aquéllos que se desarrollan a temperaturas altas. Además, puestos que estos glúcidos son de mayor y más rápida digestibilidad, apoyan la idea generalmente aceptada de que el heno obtenido durante los meses calurosos del verano es de inferior calidad.

Las mezclas de gramíneas y leguminosas tienen mayor contenido de proteína bruta y menor fibra que los cultivos únicamente de gramíneas.

La lluvia o el riego suelen tener un mayor efecto sobre la cantidad que sobre la calidad del forraje. Sin embargo, la recuperación de un nivel adecuado de humedad en el suelo tras una fuerte sequía puede tener una decisiva influencia sobre la calidad del forraje cuando se restablece un rápido crecimiento.

Cuando la alfalfa u otras leguminosas experimentan estrés hídrico, sus hojas más viejas se secan y caen antes o durante la recolección y, por tanto, disminuye el porcentaje de hojas y la calidad del heno. El riego debe de ser, pues, regulado a fin de que a las plantas no les falte agua durante el periodo de crecimiento, pero teniendo en cuenta que el riego excesivo puede reducir tanto el rendimiento como la calidad del forraje.

### **Patologías y daños por insectos**

Las enfermedades y plagas que atacan las plantas durante su crecimiento causan una severa reducción tanto de la cantidad como de la calidad del forraje recogido. El daño en las hojas es particularmente evidente, bien por eliminación de hojas o de contenido celular, o bien impidiendo el crecimiento de la planta. El mayor daño es, a menudo, la fuerte reducción del valor nutritivo, en particular de proteína y carotenos, y también frecuentemente la palatabilidad.

### **Variaciones diarias en la calidad del forraje**

Las plantas acumulan carbohidratos solubles durante el día y las consumen durante la noche. Por ello, el nivel de azúcares solubles en la planta es más bajo por la mañana que al terminar el día sobre todo si ha sido soleado. Estudios recientes desarrollados en zonas de baja pluviometría han mostrado que la calidad del forraje era mayor cuando la alfalfa se segaba a última hora de la tarde que si se hacía por la mañana. Parece, además, que la ventaja de segar por la tarde es mayor en días soleados y fríos y cuando el forraje se siega con máquina acondicionadora para aumentar la velocidad de secado y minimizar el tiempo durante el que la planta continúa respirando tras la siega. Sin embargo, en zonas de mayor pluviometría no parece ofrecer ventajas, pues cada hora de buenas condiciones ambientales es vital para un rápido secado del forraje.

### **Variaciones debidas a la variedad botánica (cultivar)**

La calidad del forraje puede incrementarse a través de selección genética. Por ejemplo, la variedad "Coastcross-1" de la grama (bermudagrass) es alrededor de un 12% superior en digestibilidad que otro cultivar, "Coastal", y proporciona un 30% más de ganancia diaria en novillas en cebo. En primavera, los cultivares de maduración temprana tienden a un menor contenido en fibra y mayor digestibilidad en cualquier estado de madurez que las variedades de maduración tardía. Estas últimas cuentan con un mayor periodo de crecimiento bajo temperaturas más altas, lo que conduce a una calidad ligeramente inferior.

Otras diferencias de calidad entre variedades de una misma especie derivan de su distinta morfología, tales como un mayor contenido en hojas. Las variedades de alfalfa multifoliadas, con 5 a 7 foliolos por hoja en lugar de los 3 habituales, son a veces, pero no siempre, superiores en calidad.

### Efecto del paso de maquinaria

Se estima que, con el empleo de maquinaria en el proceso de henificación, entre el 65 y el 75% de las plantas en cada corte son pisadas por las ruedas de dichas máquinas. Esto significa que en el curso de una campaña completa durante la que, al menos, se dan dos cortes al forraje, es altamente improbable que alguna planta escape a ser pisada por las ruedas. Las plantas situadas en las proximidades de las lindes de la parcela reciben una frecuencia de paso muy superior.

El daño por el pisado de las ruedas no es en la planta en sí, sino en los nuevos rebrotes y tallos. Cuanto más desarrollo haya alcanzado el nuevo rebrote, mayor es el daño y la disminución del rendimiento en heno (8-10% si el paso de un remolque de 10 toneladas se produce al día siguiente a la siega, frente al 31 % si tiene lugar siete días más tarde). La compactación del terreno por el paso repetido de maquinaria puede cifrarse en pérdidas de rendimiento del 17%. Este efecto se incrementa con el tiempo, siendo las pérdidas de rendimiento productivo mayores en años sucesivos. La compactación también origina descensos en el contenido nitrogenado de los forrajes. El efecto negativo del paso de maquinaria es menor en aquellas zonas donde el suelo permanece helado una gran parte del año.

En las figuras 2 a 4 se muestran algunas de las grandes máquinas que se emplean actualmente en el proceso de henificación.

### Evaluación sensorial de la calidad del heno

Los parámetros cualitativos que pueden ser analizados con los sentidos son muy diversos y pueden constituir una valiosa herramienta cuando los análisis químicos son difíciles de realizar en un lapso de tiempo suficientemente corto.

- a. **Especies botánicas presentes.** La presencia de especies botánicas distintas a las del cultivo que se henifica suelen afectar negativamente al valor nutritivo del heno. Además, algunas malas hierbas pueden ser tóxicas o ser dañinas para animales jóvenes.
- b. La **madurez** de la planta que se ha henificado también puede ser determinada visualmente por el número y grado de desarrollo vegetativo de espiga y/o flores y la dureza y fibrosidad de los tallos.
- c. La **hojiosidad** es particularmente importante. Cuanto mayor es el contenido de hojas, mayor será la calidad del forraje. Este contenido depende de la especie botánica, madurez de la planta en el momento de la siega y (especialmente en heno de leguminosa) de la manipulación del forraje durante el proceso que, como hemos visto, puede llevar a un elevado nivel de pérdidas mecánicas.
- d. La **textura**. Un heno "suave" o "flexible" procede, generalmente, de un forraje segado a edad temprana, rico en hojas y con un adecuado nivel de humedad al empacarlo. Cuando el heno es muy flexible, es difícil distinguir táctilmente las hojas de los tallos. Un heno flexible es suave al tacto, pero los tallos pueden detectarse con facilidad. Si el heno es ligeramente áspero, los tallos también lo son, además de más duros. El heno áspero o quebradizo es seco, con elevada proporción de tallos, frágiles y quebradizos, y poco agradables al tacto. Un heno muy áspero puede, incluso, causar heridas en la boca de los animales y disminuir su consumo.
- e. El **color** es un buen indicador de las condiciones en que el heno ha sido recogido y almacenado.

Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.



- Un color verde brillante sugiere que el heno ha sido desecado rápidamente y almacenado de forma protegida. El secado lento prolonga la respiración de la planta reduciendo la calidad del heno. Cuando el heno se ha mojado después de haber secado parcialmente, pierde color por el lavado de sustancias nutritivas que provoca la lluvia. También decolora el heno el crecimiento fúngico en hojas y tallos o el que ha tenido una excesiva exposición al sol. El empaclado de heno con más del 20-25% de humedad puede originar un incremento importante de la temperatura que da lugar a un pardeamiento del forraje (color tabaco).
- f. El **olor** agradable indica un forraje henificado correctamente. El olor a moho se produce en el heno almacenado con humedad excesiva (más del 16-18%). Los animales suelen responder con un menor consumo. No obstante, en el heno que ha experimentado una ligera caramelización de azúcares por el aumento de temperatura, a menudo es más palatable para el ganado, aunque su calidad se vea reducida.
  - g. La presencia de **polvo** en el heno suele ser el resultado de haber introducido tierra, principalmente el hilerador y la empacadora. La causa

## Conservación de forrajes (III): Calidad del forraje y del heno

suele ser haber segado muy cerca del suelo y no haber dejado el rastrojo suficientemente alto.

- h. Materiales extraños** como palos, piedras, alambre, restos textiles, pequeños animales muertos, etc., los cuales son, como es obvio, absolutamente indeseables por los daños que pueden causar al animal si llega a ingerirlos. Incluso la ingestión de animales muertos puede causar botulismo, enfermedad mortal para algunos animales.

No obstante, si bien el color y el olor reflejan las condiciones en las que se ha recogido y almacenado el heno, no deben ser considerados como aspectos definitivos de la calidad de éste. El heno procedente del tercer y cuarto cortes, realizados cuando el clima ya es más cálido y seco, permanecen menos tiempo en el campo y su color suele ser más verde. Pero también hay que recordar que los días largos y las temperaturas altas están asociados con un aumento del nivel de fibra de las plantas.

La tabla 3 sintetiza alguno de los parámetros que se han analizado.



**Tabla 3.** Resumen de los parámetros de evaluación sensorial de la calidad del heno

CALIDAD	BUENA	REGULAR ALTA	REGULAR	REGULAR BAJA	BAJA
Color	verde apagado	verde apagado	verde amarillento	amarillento	marrón a negro
Olor	a hierba seca	-	no huele	a quemado, a caramelo	a enmohecido
Consistencia al tacto	flexible	-	rígido	-	rígida, hace polvo
Composición	mucha hoja tallos finos	-	tallos gruesos, poca hoja	-	sin hojas
Impurezas	no tiene	-	malas hierbas	-	mohos y malas hierbas

Fuente. Departament d'Agricultura i Ramaderia. Consell Insular de Menorca, 2002.

### Análisis en laboratorio de forrajes henificados

Para tomar adecuadamente muestras de forrajes de las pacas de heno se requiere una sonda tubular con el extremo bien afilado o dentado para que penetre bien en la paca. (figuras 5, 6 y 7). Se pueden adquirir en el comercio o hacerlas uno mismo. Para ello, se pueden emplear las tuberías de leche de acero inoxidable de una instalación de ordeño, siempre que no tengan un diámetro excesivo.

Es importante seleccionar al azar las pacas de las que se va a tomar las muestras para que éstas sean verdaderamente representativas de todo el lote. Evitar algunas pacas y elegir otras por su mejor apariencia dará un resultado sesgado.

Se deberá tomar al menos 20 muestras de un lote para minimizar la variación de la muestra. En

**Figura 5.** Sonda tubular



**Figura 6.** Sonda tubular



**Figura 7.** Sonda tubular



## Conservación de forrajes (III): Calidad del forraje y del heno

pacas rectangulares, la sonda se debe insertar de 30 a 45 cm, en ángulo recto desde el centro hasta los extremos. En pacas redondas, la sonda se debe insertar en ángulo recto hacia la circunferencia exterior de las pacas.

Las muestras tomadas a mano, en las que trozos muy largos son extraídos de la paca, no son representativas, (figura 8).

Figura 8. Caso en que las muestras tomadas no son representativas



Figura 9. Unidad NIRS



Las muestras obtenidas de cada lote deben mezclarse para tomar después una muestra homogénea e igualmente representativa y guardarse en una cámara frigorífica dentro de una bolsa de plástico sellada. Se debe proteger las muestras del sol directo o de otras fuentes de calor y enviarlas lo antes posible al laboratorio para su análisis. El tamaño de la muestra debe pesar entre 200 y 300 gramos.

Un análisis típico de forraje incluye determinaciones de materia seca, proteína bruta y fibra (FND y FAD). A veces, se determina el contenido mineral evaluando la cantidad de cenizas de la muestra y cuando se sospecha que el forraje contiene proteína dañada por el calor, se mide la cantidad de nitrógeno insoluble en solución ácido detergente.

La tecnología NIRS (*near-infrared reflectance spectroscopy*) utilizará la radiación en la longitud de onda del infrarrojo cercano para determinar el valor de los nutrientes que se quiere analizar. NIRS constituye un método computerizado de análisis rápido y de bajo coste del valor nutritivo de forrajes y de granos. El mayor coste del sistema lo constituye la calibración inicial de la unidad NIRS para aquellos parámetros de los que luego se pretende determinar su valor (Figura 9).

Las muestras, una vez secas y molidas se colocan en la cápsula de análisis del aparato y se la expone a la luz infrarroja. La radiación infrarroja reflejada se convierte en energía eléctrica y suministrada a un ordenador para su interpretación. Cada uno de los componentes orgánicos principales de los forrajes absorbe y refleja de forma diferente la radiación recibida. Al medir las distintas características de reflexión, la unidad NIRS y el ordenador determinan la cantidad de esos componentes en la muestra. Para poder aprovechar las enormes posibilidades del sistema, la calibración de la unidad NIRS para cada una de los nutrientes que se pretenda posteriormente analizar debe hacerse utilizando muestras cuyos valores para ese nutriente abarque el mayor rango posible. Asimismo, distintas unidades NIRS ubicadas en sitios distintos pueden "clonarse", de manera que calibrando sólo una de ellas, las ecuaciones pueden utilizarse en las demás.

### Resumen

Como hemos querido explicar, la calidad del forraje y del heno que podemos obtener a partir de este forraje depende de un gran número de factores, ligados al suelo, a la propia planta, a la climatología y al propio proceso de henificación. La experiencia puede permitir que una evaluación visual del heno conduzca a una primera valoración de su calidad, que siempre será subjetiva. Por ello, siempre es necesario realizar análisis químicos (vía húmeda o mediante tecnología NIR) para tener una valoración objetiva del contenido nutritivo del forraje que se ha henificado. Aún no hemos abordado la pérdida de calidad del heno durante su almacenamiento, lo que será objeto de la próxima entrega.

