



Soy Excellence Center

SEC Dairy Programme





**La versión original en inglés de este documento fue desarrollada
por Dr. John Bonnier**



Capítulo V – Parte 2

Producción de Forraje Conservación y Calidad

por

Fabián Vargas Roríguez



Sección 3

**Calidad del Forraje
Mecanización Agrícola
Sistemas de Riego
Almacenamiento**

Evaluación de la Calidad del Forraje



El análisis químico en un laboratorio de alimentos es la forma más precisa de determinar el valor de los nutrientes (energía, proteínas y minerales), pero no siempre está disponible.

Sin laboratorio, el control visual es aún más importante.

La Prueba de Compresión

- Al comparar alimentos, se utiliza el valor por kg de MS en lugar de kg de producto. Para estimar el contenido de MS podemos hacer la prueba de compresión:
- Tome un poco de forraje picado y exprímelo con tu mano durante 90 segundos, abre la mano. El puño de forraje y la humedad que queda en la mano proporcionarán una estimación de la humedad y, por tanto, de la materia seca.
- No preciso, pero sí rápido y práctico. Se utiliza en el campo para mostrar el contenido de humedad de cultivos en pie, heno en una franja o hilera, o forraje picado en un vagón.



Para estimar el % MS se puede exprimir el ensilaje/material con las manos.

Mucha Agua	20% MS	1 kg de MS es 5 kg de producto
Gotas de agua	30% MS	1 kg de MS es 3,3 kg de producto
Manos húmedas y frías	40% MS	1 kg de MS es 3,5 kg de producto
Manos casi secas	50% MS	1 kg de MS es 2 kg de producto
Manos más húmedas	60% MS	1 kg de MS es 1,7 kg de producto
Heno	83% MS	1 kg de MS es 1,2 kg de producto

Revisando una Paca de Heno

- Abra una paca para examinar la madurez, la textura, el color, la frondosidad, las malas hierbas, el moho y las materias extrañas no comestibles, como cuerdas o alambres.
- El heno de alfalfa pierde su valor alimenticio mucho más rápidamente que el heno de pasto cuando está demasiado maduro.
- Las plantas maduras tienen tallos más largos, gruesos y fibrosos. Es posible que ya hayan florecido o hayan semillado.
- El tamaño del tallo y la flexibilidad (textura) afectan en gran medida la palatabilidad y la digestibilidad.



Comprobando una paca de alfalfa

Revisando una Paca de Heno

- **Etapa de madurez:** busque la presencia de semillas (forrajes de piso), flores o vainas (leguminosas), lo que indica los forrajes más maduros.
- **Relación hoja-tallo:** verifique la proporción de hojas a tallos. Las leguminosas de buena calidad siempre tendrán una proporción elevada de hojas. La mayor parte de su valor alimenticio se encuentra en las hojas.
- **Color:** un color verde natural indica una oxidación mínima, mientras que el heno amarillo indica oxidación y decoloración por el sol, con menores vitaminas A y E. El color marrón a negro puede ser causado por el exceso de lluvia y los nutrientes se habrán lixiviado.
- **Olor:** El heno de buena calidad tendrá un olor fresco: sin olores a humedad o moho. El olor a quemado puede deberse a un sobrecalentamiento.



Heno de alfalfa de buena calidad.

Revisando una Paca de Heno

- **Suavidad:** sienta la rigidez o aspereza de las hojas y los tallos, observe si los tallos de alfalfa se envuelven alrededor de su dedo sin romperse: el heno de buena calidad se sentirá suave y tendrá tallos finos y flexibles.
- **Pureza:** comprobar si el cultivo está mezclado con otros forrajes (malezas y plantas venenosas) de menor valor nutritivo. Menos del 5% es aceptable, >20% es de baja calidad.
- **Objetos extraños:** buscar la presencia de alambres, cuerdas, latas, etc. También busque presencia de moho.
- **Estado de la paca:** bien formada y firme o (muy) deformada y rota.



Suavidad, pureza, objetos, condición.

Comprobación de la Calidad del Ensilaje

- El olfato, la vista y el tacto pueden dar mucha información sobre la calidad básica del ensilaje. Después de la evaluación sensorial, es posible que sea necesario realizar más pruebas del alimento, si se identifica un problema.
- Para todos los productos, **la cara del silo** debe verse lisa y recta, ya que esto reducirá las posibilidades de que aumente la actividad microbiana.
- Si al ensilaje se reintroduce el aire, las esporas de moho y bacterias pueden comenzar su metabolismo nuevamente, lo que resulta en el calentamiento del ensilaje y alteraciones en los ácidos y azúcares disponibles en el alimento.



Superficie compacta para evitar la penetración de aire.

Ensilaje de Pasto

- **Conservación:** el forraje bien conservado huele a vinagre, ácido (ácido láctico) y también se siente ácido.

La podredumbre, el moho, el ácido butírico y el amoníaco son señales de que algo salió mal en la conservación.

El ensilaje seco, los productos con tallos (difíciles de compactar) y los silos sueltos y mal compactados son muy susceptibles al calentamiento. La tierra en el ensilaje también aumenta el riesgo de calentamiento.

- **Energía:** busca hojas y tallos jóvenes, ya que contienen la mayor parte de la energía. El azúcar en las células es una fuente de energía degradable.

El ensilaje húmedo con mucha azúcar es pegajoso. Un contenido alto (más) de fibra significa menos energía.



El color del material ensilado debería verse similar o ligeramente más oscuro que el color del material originalmente ensilado.

Ensilaje de Pasto

- **Proteína:** pastos ricos en proteínas tienen hojas de color verde oscuro. Busca la cantidad de hoja, el color y el contenido de fibra. Más fibra indica mayor madurez y menores niveles de proteína (pero más materia seca por hectárea). Este ensilaje es pálido con tallos y semillas.
- **Fibra:** la dureza de los tallos da un buen indicio de la lignificación del pasto. Los tallos muy afilados y espinosos contienen mucha lignina: buena para la función del rumen, pero de menor valor alimenticio debido a la mayor madurez del pasto.
- **Palatabilidad:** el pasto con moho, polvo y/o hongos se puede identificar como manchas de colores en tallos y hojas. El calentamiento en el silo da un olor específico. Todo esto reduce la palatabilidad. A las vacas les gusta el azúcar y, además, el alimento debe oler fresco. La tierra en el alimento también reduce el consumo de alimento.



Comprobación de ensilaje de pasto

Ensilaje de Maíz

- **Energía:** observar el número de granos y si el grano está roto. La dureza del almidón en los granos indica su degradabilidad.

El ensilado de maíz húmedo (< 30% MS), aún en estado lechoso, no necesita ser triturado, ya que es más fácil de digerir. Sin embargo, el valor máximo de almidón se alcanza cuando el contenido de MS se acerca al 35%.

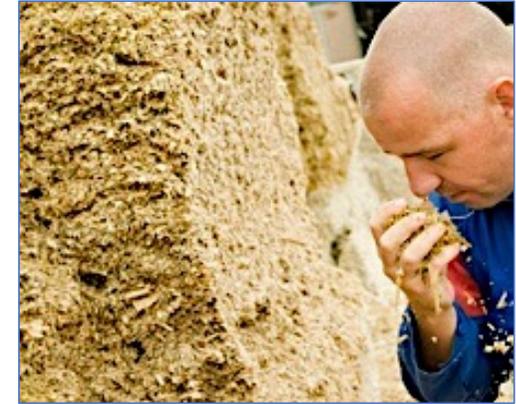
- **Fibra:** la longitud del corte determina si el ensilaje contribuye a la función ruminal. Una longitud de 19 mm es más efectiva que 7 mm. Si tiene más de 5 kg de MS en la ración, corte el maíz a 10-12 mm.



Mirar el número de granos y si cada grano está partido.

Ensilaje de Maíz

- **Color:** el ensilaje de maíz debe tener un color verde claro, con granos con color verde amarillento que pasa a marrones y negros con mayor pérdida de calidad, causada principalmente por el calentamiento excesivo (fermentación por oxígeno atrapado).
- **Olor:** el ensilaje normal tiene mínimo olor debido al ácido láctico.
 - Un olor a vinagre generalmente indica alto nivel de ácido acético y este olor desalentará el consumo por parte del ganado.
 - Un olor pútrido o rancio indica la presencia de ácido butírico de la bacteria *Clostridium*. Ensilajes de baja calidad, ensilados demasiado húmedos o pH inferior a 5 debido a una producción insuficiente de ácido láctico.
 - El olor a alcohol se produce cuando la fermentación está dominada por levadura. Favorecido por la penetración del aire y azúcares limitados.



Alimentando con Ensilaje

- La alimentación con ensilaje también es una parte importante del proceso. El ensilaje debe estar listo para consumo entre tres y cinco semanas después de su almacenamiento. .
- Los datos mostraron que $\pm 50\%$ de las pérdidas de MS se producen por actividad anaeróbica secundaria mientras el ensilaje está expuesto al oxígeno cuando está almacenado o en el depósito.
- Esto normalmente conduce a la producción de altas poblaciones de levaduras y mohos. Una tasa de remoción diaria promedio de 15 a 30 cm desde la cara del ensilaje debería evitar el calentamiento y el deterioro del ensilaje expuesto.
- La distancia a la que puede penetrar el oxígeno suele estar determinada por el grado de compactación del ensilaje.



Riesgo de exponer el ensilaje al oxígeno.

Hongos y Micotoxinas

Los hongos hacen que los alimentos sean poco apetecibles y producen micotoxinas. Los tipos más importantes en la producción láctea son:

- Aflatoxinas AFB1
- Ocratoxinas (OTA)
- Deoxinivalenol (DON).
- Zearalenona (ZEA o ZEN)

Control de micotoxinas:

- Prácticas agrícolas (calidad de semillas, rotación de cultivos, eliminación de residuos)
- Cosecha (procedimientos de recolección, eliminación de partes de plantas muy húmedas, etc.)
- Almacenamiento (humedad y conservación).

Si tiene micotoxinas: no ofrecer los residuos a ganado joven ni a vacas secas.

Se recomiendan secuestrantes de micotoxinas en zonas de riesgo. Las empresas procesadoras de leche sancionan la leche con trazas de micotoxinas.



Valor Relativo Alimenticio (VRA)

- VRA se utiliza como índice del valor relativo de un forraje. Combina el FDN (cuánto forraje se consumirá) y el FDA (la digestibilidad del forraje) en un solo número.
- El índice VRA se elabora en relación con la calidad típica del forraje del heno de alfalfa en plena floración. Si un heno de alfalfa en plena floración contiene aproximadamente un 41% de FDN y un 53% de FDA, el VRA calculado es 100.
- El VRA es útil para comparar henos. Utilice un rango de valores VRA para clasificar un forraje (ej. si se desea un VRA de 130, se debe considerar un VRA de 125 a 135 para tener un valor equivalente).



¿Comparando alta calidad mediante VRA o visual?

Cálculo del VRA

La fórmula para estimar el VRA de la **Materia Seca Digestible (MSD)** y el consumo de **Materia Seca (CMS)** es:

$$\text{VRA} = (\% \text{ MSD}) \times (\% \text{ CMS}) \times (0,775)$$

Por lo MSD y CMS se derivan de FDA y FDN:

$$\% \text{ DMS} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ FDA})$$

$$\% \text{ CMS} = 120 / \% \text{ FDN}$$

Ejemplo:

Si FDA = 28%, entonces $\% \text{ DMS} = 88,9 - (0,779 \times 28) = 88,9 - 21,8 = 67,1\%$

Si FDN = 38%, entonces $\% \text{ CMS} = 120 / 38 = 3,15\%$ del peso corporal

$$\text{VRA} = (67,1) \times (3,15) \times (0,775) = 164.$$

Maquinaria Agrícola

- El tamaño de la finca y el área para la producción de cultivos forrajeros determinan el tipo y la capacidad de mecanización agrícola.
- ¿Qué cultivos se cultivan y qué actividades agrícolas se deben realizar?
- ¿Están disponibles los servicios de contratación o el propietario de la finca debería invertir en una gama completa de maquinaria?
- Una vez respondidas estas preguntas, se debe evaluar la disponibilidad y el suministro de servicios de maquinaria agrícola y que ofertas se pueden obtener
- Las máquinas enumeradas pueden ayudar a identificar las necesidades de producción propia de cultivos y suministro de alimento para el hato.



Trabajo de Campo

Preparación de Terreno:

- Arado rígido reversible
- Surcador
- Nivelador de terreno
- Chapeadora



Siembra:

- Sembrador
- Rotador/sembrador



Fertilización y protección de cultivos:

- Tanque boñiguero
- Esparcidor de precisión
- Fertilizador
- Pulverizador químico



Cosecha

- Cosechadora de Forrajes
- Carretas
- Ensiladora
- Chapeadoras



Cosechadora de alfalfa



Embaladora

Conservación de Forrajes y Alimentación

- Cargador



- Pinzas



- Balde



- Pinzas para silo



Vagón mezclador



Raspador



Recogedor de silopacas



Cortador de silopacas

Tractores

Tractores

El número y capacidad de los tractores está relacionado con el tipo de maquinaria utilizada en la finca.

Posibles necesidades:

- Vagón mezclador (uso diario)
- Trabajo de campo



Riego

- Muchos países ya se ven afectados por el cambio climático, ya que las precipitaciones son más irregulares y hay períodos de sequía más prolongados y severos, alternados con lluvias intensas e inundaciones catastróficas.
- Se ha vuelto más difícil o incluso imposible cultivar forrajes sin riego. Sin suficiente agua en los momentos adecuados, los rendimientos y la calidad del forraje se verán gravemente afectados.
- El agua de riego suele proceder de ríos, cuencas fluviales o aguas subterráneas. En la última opción, esto significa que los niveles de agua subterránea bajan cuando las precipitaciones no son suficientes para restaurar los recursos hídricos.



Alfalfa sin y con riego

Sistemas de Riego

- Se utilizan sistemas de riego superficial (riego por surcos), riego por goteo y riego por aspersión, que se diferencian por su eficiencia en el uso del agua.
- El riego por goteo es cada vez más importante y, a menudo, los gobiernos lo promueven y subsidian como parte de las tecnologías de ahorro de agua.
- La elección de los cultivos también influye en las necesidades de agua.

La FAO ha desarrollado un conjunto de predicciones para el uso del agua basadas en los requisitos del "pasto estándar".

Necesidad promedio diaria de agua del pasto estándar durante la temporada de riego (mm/día)

Zona Climática	Temperatura diaria promedio		
	Bajo (< 15°C)	Medio (15-25°C)	Alto (> 25°C)
Desierto	4-6	7-8	9-10
Semi-árido	4-5	6-7	8-9
Sub-húmedo	3-4	5-6	7-8
Húmedo	1-2	3-4	5-6

Los requisitos totales de agua por cultivo difieren considerablemente, ya que esto también depende del período de crecimiento y del volumen del cultivo.

Requerimientos de Agua

- La etapa de crecimiento es otro aspecto importante.
- Durante las etapas iniciales de crecimiento, la necesidad de agua se estima en un 50% de la necesaria durante la etapa de mitad de temporada, cuando el cultivo está completamente desarrollado y en el pico de sus requerimientos.
- De este modo se produce un aumento gradual del 50 al 100% durante el período de desarrollo del cultivo.
- Los cultivos forrajeros se cosechan frescos y necesitan agua hasta el último momento, mientras que los cultivos de cereales se dejan secar y pueden necesitar sólo un 25% de agua durante el período de maduración.

La tabla proporciona los períodos de crecimiento aproximados para los cultivos y sus necesidades estacionales de agua.

Cultivo	Período de Crecimiento	Necesidad de Agua
	(Días)	(mm/período de crecimiento)
Alfalfa	100 - 365	800-1600
Cebada / trigo /avena	120 - 150	450 - 650
Sorgo	125 - 130	450 - 650
Maíz grano	125 - 180	500 - 800
Soya	135 - 150	450 - 700

Asegúrese de que haya suficiente agua disponible para todos los cultivos durante *la época de mayor necesidad.*

Sistemas de riego



Aspersores: para zonas más pequeñas muy prácticos ya que se pueden mover las tuberías.

El cañón de agua está conectado a una manguera larga que pasa por un carrete. La manguera se introduce en el cultivo mediante un tractor.

Una turbina accionada por la presión del agua garantiza que la manguera vuelva gradualmente al carrete. El agua es suministrada por una bomba accionada por un tractor.

El cabezal rociador del cañón se mueve hacia adelante y hacia atrás, de modo que al mismo tiempo se riega una gran superficie.

Crterios de calidad del agua de riego.

Las siguientes categorías describen los efectos del riego sobre la producción del cultivo y la calidad del suelo:

- Salinidad tóxica – Contenido de agua soluble total
- Toxicidad por Sodio – proporción relativa de iones de Na comparados con iones de Ca y Mg
- pH – ácido o básico
- Alcalinidad – carbonatos o bicarbonatos
- Iones específicos – cloro, sulfato, boro, y nitratos



Riego por Goteo

El riego por goteo es un sistema que puede ahorrar agua y nutrientes al permitir que el agua gotee lentamente hasta las raíces de las plantas, ya sea desde arriba de la superficie del suelo o enterrada debajo de la superficie.

El objetivo es colocar agua directamente en la zona de las raíces y minimizar la evaporación.

Los sistemas de riego por goteo distribuyen el agua a través de una red de válvulas, tuberías y emisores.

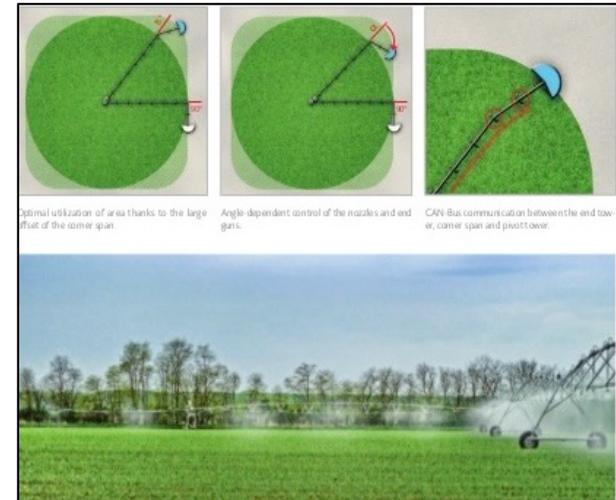
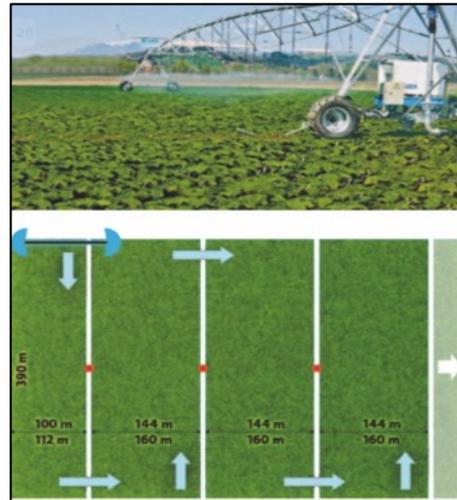
Dependiendo de qué tan bien diseñado, instalado, mantenido y operado esté, un sistema de riego por goteo puede ser más eficiente que otro tipo de sistemas de riego, como el riego superficial o por aspersión.



Riego por goteo para maíz

Pivotes

- Para áreas grandes, los pivotes o cabezales alimentados por varios pozos son una buena solución.
- Aquí podemos distinguir varios sistemas:
 - Pivotes, trabajando desde un punto central y cubriendo un círculo que puede variar en tamaño.
 - Un sistema lineal, alimentado desde un canal y que se mueve en línea recta como se muestra en las imágenes.



Sistema lineal, con campos rectangulares (izquierda) y pivote central con campos redondos

Almacenamiento de Heno y Ensilaje

Las pérdidas por forrajes almacenados adecuadamente son extremadamente bajas; sin embargo, si el heno o el ensilaje se almacenan incorrectamente, se puede perder toda la cosecha.

Almacenamiento de Heno

- El heno se conserva porque su bajo contenido de agua impide el crecimiento excesivo de microbios. Si se embala con demasiada humedad, no se controla el crecimiento microbiano.
- El heno debe contener menos del 20 % de humedad en fardos pequeños y el heno en fardos grandes debe contener menos del 16 % de humedad para que se conserve correctamente.
- El heno ligeramente más húmedo a menudo se puede conservar si se apila sin apretar en un área bien ventilada.
- El heno que contiene más del 25% de humedad casi siempre se echa a perder.



Heno Bajo Cubierta

- El heno cosechado con el contenido de humedad correcto aún puede sufrir graves pérdidas si se almacena incorrectamente.
- Para evitar pérdidas excesivas durante el almacenamiento, el heno debe almacenarse cubierto, protegido de la lluvia y la nieve.
- El heno en grandes pacas redondas almacenados al aire libre y descubiertos puede perder más del 20% de la MS total y el 30% de la PC total durante un invierno.
- Las pérdidas del heno almacenado dentro de un granero son esencialmente nulas.



Pudrición y Daño por Calor

- Pueden ocurrir dos tipos de deterioro: **pudrición y daño por calor**.
- Cuando se embala heno extremadamente húmedo (con más del 35% de agua), el moho y las bacterias simplemente harán que el heno se pudra.
- Cuando se embala con una humedad entre un 20 y un 30 %, normalmente se producen daños por calor. Las bacterias y los hongos convierten los nutrientes del heno en más materia microbiana y calor.
- El calor provoca una reacción entre las proteínas y los carbohidratos, lo que reduce en gran medida la digestibilidad de ambas fracciones.
- La pérdida de digestibilidad debido al calor depende de la temperatura del heno y del tiempo que permanece caliente.
- Se producirán pocos daños si la temperatura de la paca es $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante unos días. Por encima de los 55°C , los daños se producen rápidamente.



Ensilaje

- El forraje almacenado como ensilaje puede sufrir pérdidas extremas de calidad y rendimiento si se ensila incorrectamente. Para minimizar las pérdidas de almacenamiento en ensilaje:
- Picar el ensilaje a 0,7-3 cm, según el cultivo,
- Llène el silo rápidamente y cubra directamente después del llenado.
- Utilice un silo estructuralmente sólido.
- Al igual que con el heno, el factor más importante que afecta las pérdidas de almacenamiento es el contenido de MS del ensilaje.
- El ensilaje demasiado húmedo (pasto cortado directamente o maíz inmaduro) provoca una mala fermentación y filtraciones del silo.
- El ensilaje húmedo es más propenso a la fermentación clostridiales, lo que aumenta las pérdidas de MS y PC durante el ensilaje y da como resultado un ensilaje menos palatable.



¿Longitud de corte correcta...?

Ensilaje

- Los forrajes que contienen muy poca agua (menos de un 40 % de agua o más de un 60 % de MS) en el momento del ensilaje experimentan una fermentación muy limitada.
- Estas condiciones facilitan el crecimiento de hongos y pueden provocar daños por calor.
- Estos ensilajes son inestables y pueden estropearse si se exponen al aire.
- Un silo que impida las infiltraciones de aire es fundamental si se tiene que trabajar con este tipo de materiales.
- Para evitar pérdidas excesivas durante el almacenamiento del ensilaje, el contenido de MS debe estar entre el 35 y el 55%.



Crecimiento de hongos en ensilaje.

Almacenamiento

- Los productores de forraje también deben tener en cuenta que es importante que los silos se llenen y sellen rápidamente para reducir las pérdidas por respiración y prevenir el crecimiento de microorganismos aeróbicos indeseables.
- Es importante que el ensilaje esté bien compactado para evitar la circulación de aire y su deterioro.
- Asegúrese de que las cubiertas de ensilaje se mantengan alejadas de objetos punzantes y asegúrese de que los silos estén libres de fugas.
- Deje que la cosecha de ensilaje fermente durante al menos 14 a 21 días.



Bien embalado y debidamente sellado

Fin de la Sección 3 y Capítulo 5





GRACIAS



www.soyexcellence.org