

Conservación de forrajes (VI): Realización del ensilado

Introducción

En este artículo, continuación del iniciado en el número anterior de Frisona Española, pretendemos explicar cómo debe realizarse el ensilado para mantener la calidad del forraje verde original en el nivel más alto posible.

Debemos recordar que el proceso de ensilado no mejora, en ningún caso, la calidad inicial del forraje segado, limitándose a conservarla cuando este proceso se lleva a cabo de manera adecuada. Por tanto, para obtener un ensilado de la mejor calidad debemos partir de un forraje que tenga también la calidad más elevada posible. Será necesario, por tanto, segar en el momento óptimo en relación a su valor nutritivo y a sus características físico-químicas. Posteriormente, y es lo que explicaremos en este trabajo, el manejo del forraje, desde el momento de la siega, debe hacerse de manera que las pérdidas de calidad sean las mínimas.

Cuando se trata de otros productos susceptibles de ser ensilados (por ejemplo, subproductos de la industria agroalimentaria) se deberá controlar el proceso que sufren hasta llegar a ser ensilados, con el fin de que lleguen en las mejores condiciones. En este caso, resulta prácticamente imposible controlar la calidad inicial del producto. No podremos ir más allá de intentar analizarlo químicamente y rechazar su compra si sus características físico-químicas no nos parecen las adecuadas para su ensilado y aprovechamiento posterior.

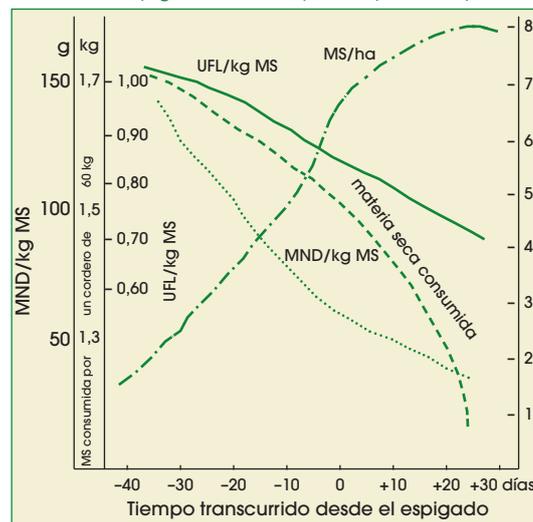
Momento adecuado para la siega

Cuando los forrajes son jóvenes, su gran contenido en agua y en materias nitrogenadas desaconseja su siega y ensilado, aunque su valor nutritivo y su consumo sean elevados. Además, su producción (kgMS/ha) será baja. Por otro lado, cuando son recolectados en un estado vegetativo demasiado avanzado, aunque aumente la producción por hectárea, presentan un elevado contenido en hidratos de carbono estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), es decir, de fibra, y un bajo contenido en materias nitrogenadas. Todo ello se traduce en un menor valor nutritivo y menor consumo, desaconsejándose también para ensilar.

La calidad del forraje, determinada por su digestibilidad e ingestibilidad por el ganado, evoluciona a lo largo de su ciclo vegetativo, disminuyendo en general con la edad, sobre todo en el primer ciclo. Por el contrario, la cantidad de MS recolectada por hectárea aumenta con la edad de la planta. La evolución de ambos parámetros para el caso del ray-grass italiano viene reflejado en la Figura 1, deduciéndose que es necesario mantener un equilibrio entre el valor nutritivo y la cantidad producida.

La evolución de ambos parámetros para el caso del ray-grass italiano viene reflejado en la Figura 1, deduciéndose que es necesario mantener un equilibrio entre el valor nutritivo y la cantidad producida.

Figura 1. Evolución durante el primer ciclo vegetativo del valor nutritivo, la ingestión y producción/ha del ray-grass italiano (Cañeque, 1998)



El momento óptimo para la siega será:

- Comienzo del espigado en las gramíneas de primer ciclo y cada 5-7 semanas después para los sucesivos rebrotes. Si la hierba de los prados es recolectada más tarde, su valor nutritivo será menor. Es preciso, pues, comenzar a ensilar los prados que contienen las variedades más precoces con el fin de que las últimas variedades a ensilar, que serán las más tardías, se recolecten antes del espigado. A veces, no es la variedad de gramíneas la que condiciona el orden de siega y posterior ensilado, sino la situación

Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo.
Dpto. Producción Agraria
E.T.S.I. Agronómica, A. y de B.-U.P.M.
antonio.callejo@upm.es
www.linkedin.com/in/antoniocallejoramos
http://blogs.upm.es/acallejo/

del prado, a más o menos altitud, más o menos expuesto al sol, etc., lo que condiciona una maduración más temprana o más tardía.

- Estado de botón floral para las leguminosas.
- En el caso del maíz¹, el mejor estado de recolección será cuando el grano esté en estado pastoso-duro, ya que entonces sus condiciones de conservación serán óptimas y se obtiene un valor nutritivo también óptimo.

En el caso de las gramíneas, el valor nutritivo disminuye a medida que la espiga se desarrolla en el tallo y después fuera de la vaina. El desarrollo de la espiga, hasta su aparición, es más o menos rápido según el tipo de planta (lento en el ray-grass italiano, el ray-grass inglés tardío y el fleo; intermedio para el ray-grass inglés precoz y la festuca de los prados; rápido para el dátilo y la festuca elevada).

El máximo valor energético recolectable por hectárea tiene lugar en el momento de la aparición de las primeras espigas, con un buen valor energético y nitrogenado. Esto permite, además, obtener unos rebrotes importantes y, sobre todo, más precoces que si el corte se realiza más tardíamente (plena espigazón).

Una recolección más temprana (una o dos semanas antes de la aparición de las primeras espigas) puede hacerse cuando se desea obtener un ensilado de mayor valor nutritivo (UFL/kgMS), destinado a animales muy productivos y, por tanto, con necesidades elevadas, obteniéndose un rendimiento inferior (UFL/ha), lo cual irá unido a la obtención de rebrotes muy precoces para el pastoreo.

La recolección de un forraje verde muy joven y de elevada calidad nutritiva no tiene sentido más que si su conservación está garantizada como excelente. Ello no será fácil al ser ricos en agua y en nitrógeno y, por tanto, difíciles de conservar. Habrá que hacer un prehenificado y en excelentes condiciones climáticas.

Una recolección más tardía puede hacerse cuando se desee un ensilado destinado a animales con bajas necesidades nutritivas. No será un ensilado de máxima calidad, pero sí se obtendrá más materia seca que permitirá alimentar en el período invernal más animales por hectárea segada.

En el caso de las leguminosas su valor nutritivo disminuye a medida que aparecen los botones florales. El valor energético de los rebrotes disminuye más lentamente con la edad, por lo que las leguminosas pueden recolectarse más tarde, en el comienzo de la floración, para asegurarse una perennidad suficiente de la planta.

Cuando la pradera está constituida por varias especies, para determinar el momento óptimo de la siega habrá que tener en cuenta la especie o especies más representativas desde el punto de vista de su valor nutritivo, así como las más dominantes.

Aunque suelen ir estrechamente unidos, no sólo hay que considerar el estado vegetativo del forraje óptimo para la siega, sino la época del año en que nos encontremos y las condiciones meteorológicas reinantes, tanto las del día previsto para la siega como las de los días posteriores en el caso de que se vaya a hacer un prehenificado.

En general, la siega temprana conlleva mayores riesgos de pérdidas de calidad debido a peores condiciones para el "secado" del forraje en el campo y la mayor probabilidad de lluvia. No obstante, es poco probable que estas pérdidas sean superiores a la pérdida de valor nutritivo que se experimenta cuando la siega se retrasa tres semanas o más.

También pueden hacerse algunas consideraciones respecto al momento más adecuado del día para segar el forraje.

Como se comentó en el trabajo anterior (Frisona Española 223), la transformación de los carbohidratos solubles en agua (WSCs) a ácido láctico es esencial para una buena fermentación del ensilado. Contenidos elevados de WSCs permiten producir más ácido láctico y más rápidamente, aumentando así la posibilidad de una fermentación rápida y favorable.

La acumulación de WSCs es mayor que la respiración en los días soleados, mientras que la respiración conduce a una reducción del contenido en WSCs durante la noche o en días nublados. Por tanto, el contenido en WSCs es usualmente más bajo en la mañana y se acumula durante las horas de luz. En días fríos y nublados el contenido en WSCs puede no variar mucho a lo largo del día.

Según lo explicado, a veces se sugiere que la siega debería comenzar a primera hora de la tarde de cara a maximizar el contenido en WSCs. Sin embargo, el objetivo prioritario debe ser alcanzar el contenido en MS adecuado con un prehenificado rápido; por tanto, no es el contenido de WSCs del forraje antes de la siega el que debe determinar el momento del corte.



Segar temprano maximiza la cantidad de humedad que se puede perder a lo largo del día en el forraje segado. Segar demasiado tarde a menudo conduce a que el forraje necesite un día adicional de prehenificación para alcanzar el porcentaje correcto de MS, pudiéndose incrementar las pérdidas por respiración. Por ello, deben considerarse los siguientes aspectos:

- La siega no debería comenzar antes de que el rocío haya desaparecido. El agua se evapora más rápidamente de las plantas en pie que del material segado.
- Si el día es muy caluroso, seco y ventoso, y se espera que esas condiciones se mantengan durante el resto del día, puede ser aconsejable retrasar la siega hasta el principio de la tarde, para reducir el riesgo de que el forraje esté demasiado seco a la mañana siguiente, cuando se recoja.
- Algunos forrajes como las leguminosas, cultivos jóvenes y hojosos o praderas, se secan más rápidamente y necesitan un corto período de prehenificación, en especial si el rendimiento no es elevado. En estos casos, segar más tarde en el día reduce el riesgo de marchitamiento excesivo, y de un excesivo daño mecánico y pérdida de hojas en las operaciones subsiguientes.

¹ Dada la importancia de este cereal en la elaboración de ensilados le dedicaremos un artículo completo.

Realización del ensilado

- En situaciones en las que haya un riesgo definido de "sobre-secado", la segadora debe ajustarse para que la anchura del cordón de forraje que deja sea más estrecho. Es importante ajustar la segadora y la recogedora a fin de que el material forrajero no quede demasiado largo.

Realización del ensilado

Siega del forraje

El buen funcionamiento y ajuste de la segadora tiene una importancia enorme en la calidad y velocidad del proceso de prehenificación del forraje a ensilar. Los rendimientos de estas máquinas deben ser superiores a 1,5-2,0 ha/hora. Es importante evitar cualquier situación que prolongue el período de siega tales como usar segadoras de bajo rendimiento, con cuchillas poco afiladas o movidas por tractores de potencia insuficiente. Debe contemplarse la posibilidad, no siempre más costosa, de contratar esta u otras operaciones con empresas de servicios que dispongan de la maquinaria más moderna y de mayor rendimiento.

El uso de acondicionadores y una mayor anchura del cordón de forraje puede incrementar la velocidad de secado. Debe evitarse, asimismo, la formación de montones en el cordón de forraje que deja tras de sí la segadora pues el forraje de estos montones tardará más tiempo en perder humedad y puede ralentizar la operación de recogida.

La **altura de corte** ideal depende de diversos factores, que incluyen el tipo de pasto o de cultivo, el rendimiento y su calidad, el potencial de rebrote, la posible contaminación con tierra o estiércol y la provisión de un rastrojo sobre el que el material segado pueda depositarse para su secado parcial.

La altura óptima de corte para maximizar el rebrote habitualmente es de 5-7 cm para el pasto y de 10-15 cm para forrajes de verano como el sorgo. Segar a menos de 5 cm los cultivos y pastos que van a dar más de un corte puede ralentizar el rebrote y reducir el rendimiento total. La tabla 1 sugiere diversas alturas de corte para varios cultivos y pastos.

Tabla 1. Alturas de corte sugeridas para distintos forrajes

Tipo de forraje	Altura de corte (cm)
Praderas	4-7
Cultivos forrajeros de verano (p.ej. sorgo)	10-15
Alfalfa	5-7
Cereales	7-10 (>15 para mayor calidad)
Maíz	10-40
Guisantes	10-12
Soja	6-10

Mantener una altura de corte excesivamente baja también incrementa los riesgos de daños en la máquina y acelera el desgaste de las cuchillas, incrementando el "tiempo muerto" requerido para su afilado o sustitución. También aumenta el riesgo de contaminación del forraje por tierra o estiércol, lo que puede introducir en el silo bacterias indeseables que afectan negativamente a la fermentación, además de sus posibles implicaciones negativas en la salud de los animales que consuman posteriormente el ensilado.

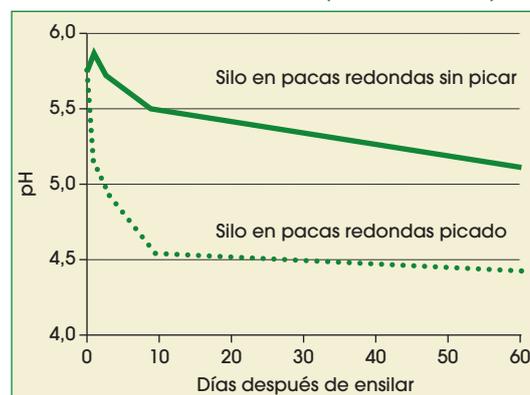
Picado del forraje

El tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es esencial para conseguir una buena conservación. Este tratamiento consiste en el picado o en la laceración del forraje. El primero de ellos supone seccionar el forraje reduciendo la longitud de los

trozos; la laceración produce un desgarro de las células que permite una liberación más rápida de los azúcares presentes en los jugos celulares.

Ambos tratamientos, al permitir la liberación de estos jugos, ponen los azúcares a disposición de los fermentos lácticos, lo que facilita una acidificación rápida del forraje por aceleración de la fermentación láctica. También facilitan la compactación del forraje en el silo, favoreciendo la expulsión del aire (oxígeno) y acortando, con ello, la fase de respiración, lo que también favorece la fermentación láctica (Figura 2) y permite, además, una mejor utilización de la capacidad del silo. Sin embargo, en silos con bajo nivel de MS, cuanto más fino sea el picado del forraje mayor será el volumen de efluentes producidos.

Figura 2. Efecto del picado en el pH de silos de alfalfa con un 39% de MS (Nicholson, 1991)



El efecto del picado se traduce, no sólo en mejorar las condiciones de ensilado, sino también en un aumento importante del consumo voluntario por el animal, como consecuencia de la mejora en la calidad de la conservación y la calidad del forraje, además de por el picado en sí mismo.

- Otras ventajas del picado del forraje son:
- Incrementa la cantidad de MS transportada.
 - El forraje se distribuye mejor y más fácilmente en el silo.
 - Se requiere menor volumen de almacenamiento.
 - Se adapta mejor a los sistemas de alimentación mecanizados y a la preparación de raciones Unifeed en remolques mezcladores.
 - Es imprescindible en silos de autoconsumo.
 - Se facilita el desensilado previo a su distribución a los animales.

Debido a la importancia que supone conseguir un buen picado se necesita disponer de máquinas provistas de cuchillas para el corte, así como de un sistema de recogida adecuado. El reglaje del corte debe permitir que el tamaño del forraje picado sea más pequeño cuanto mayor sea el nivel de materia seca del forraje que se siega. Debemos recordar que cuanto mayor sea el picado del forraje, más potencia es necesaria en la máquina.

La longitud del troceado viene determinada por la MS del forraje; será más largo cuando el forraje sea más tierno y de mayor humedad, y será más corto a medida que aumente la MS. Así, podemos hablar de corte largo cuando es de 8 a 10 cm, y troceado corto cuando es de 3 a 5 cm o inferior. Aunque el troceado facilita el mayor consumo de ensilado, deben evitarse los trozos menores de 3 cm para evitar posibles problemas de digestibilidad al aumentar la velocidad de tránsito digestivo de estas partículas de menor tamaño.

Desecación previa

La disminución del contenido de humedad del forraje a ensilar se suele realizar mediante su exposición al aire libre durante un corto período de tiempo (6-24 horas). En el caso de alimentos o subproductos de la industria agroalimentaria se suele realizar mediante prensado (como en el caso de la pulpa de remolacha).

En el caso del forraje, la exposición al aire reduce considerablemente las pérdidas de azúcares en el jugo con respecto a un posible prensado de aquél, aumentando la MS del forraje hasta un 20-30%. Cuando el período de secado se prolonga más tiempo (24-48 horas), se suprimen las pérdidas de jugos, alcanzándose contenidos en MS del 30-40%, frenando así, además, el crecimiento de las bacterias butíricas. Esto es especialmente interesante en el caso de forrajes pobres en azúcares solubles, lo que además favorece el consumo de los animales.

No se debe sobrepasar el 40% de contenido en MS, ya que ello también inhibiría el desarrollo de la flora microbiana beneficiosa y dificultaría el compactado del forraje en el silo, obligando a un picado más fino de este forraje.

Esta desecación previa, o prehenificado, necesita una operación más con el tractor o la máquina de siega correspondiente, pues no se siega y se recoge en una misma operación, sino que serán dos operaciones diferentes y diferidas en el tiempo que se precise para prehenificar. La permanencia en el suelo expone el forraje a los riesgos de la lluvia y da lugar a una mayor heterogeneidad en el ensilado, siendo necesario que el compactado y cierre del silo sean tanto más cuidadosos cuanto mayor es el contenido en MS.

El prehenificado es una opción interesante en forrajes con elevada proporción de hoja como el raygras, la hierba de prado, el trébol y la alfalfa. El aumento del contenido de MS tiene como consecuencia el aumento en la concentración de azúcares, y también de la presión osmótica.

El aumento de esta última (que también puede lograrse mediante adición de sal) frena el desarrollo de las bacterias butíricas y proteolíticas, pues la presión osmótica y la disminución del pH se complementan. Así, para un pH bajo y una débil presión osmótica, las bacterias butíricas no se desarrollan; en cambio, cuando la presión osmótica aumenta, el pH límite para el cual hay una inhibición de las bacterias butíricas aumenta igualmente.

En consecuencia, podemos señalar las siguientes ventajas e inconvenientes de prehenificar el forraje antes de ser ensilado.

Ventajas:

- Favorece la conservación de forrajes pobres en

azúcares, ya que se disminuye la cantidad de ácido láctico necesario para inhibir la fermentación butírica.

- Reduce las pérdidas de jugos, en especial a partir de un contenido en MS del 23 al 27%, desapareciendo casi totalmente cuando se alcanza un 30%. Los efluentes pueden contener un 4 a 7% de MS, compuesta esencialmente de azúcares solubles, aminoácidos y sales minerales, lo que indica la importancia de esta reducción.
- Menores necesidades de transporte debido a la pérdida de peso del forraje por desecación.
- Reduce el empleo de productos conservadores.
- Disminuye la capacidad necesaria de los silos.

Inconvenientes:

- Dependencia de las condiciones atmosféricas.
- Posibilidad de mayores pérdidas en el campo cuando el tiempo de prehenificación es excesivo, en especial cuando se trata de leguminosas que pierden fácilmente sus hojas, en las que se encuentra una gran parte de su valor nutritivo.
- Mayor riesgo de contaminación por hongos por la mayor dificultad para expulsar el aire cuando el forraje es compactado, sobre todo en los fibrosos, que será necesario picar previamente.
- Aumento de las pérdidas de B-caroteno o provitamina A, pues es destruido por el efecto del sol durante la desecación.

Como resumen podemos indicar que un prehenificado moderado de los forrajes con contenido importante de hojas hasta conseguir 28-35% de MS, obtenido en tiempo seco y durante uno o dos días de exposición, proporciona excelentes resultados y constituye una técnica de ensilado recomendable. Los forrajes prehenificados más fibrosos se deberán picar más antes del ensilado.

Recogida y transporte del forraje

Cuando el ensilado es directo, es decir, el forraje va del campo al silo sin desecación previa, la máquina empleada siega, pica y carga el forraje en el remolque o camión que va detrás o al lado de la misma (caso del maíz).

Cuando el ensilado es indirecto, el forraje, una vez segado, permanece en el suelo hasta alcanzar un nivel de MS adecuado para garantizar la calidad del posterior ensilado. En este caso, la maquinaria inicial es similar a la que explicábamos en el proceso de henificación (Frisona Española nº 220) (siega, volteo, hilerado) (Figura 3).

Posteriormente, las opciones de maquinaria para la recogida, picado y transporte del forraje prehenificado al silo son diversas (Figura 4). No entraremos a dar una explicación pormenorizada de esta maquinaria en este trabajo.

Sea cual sea la opción de maquinaria elegida,



Figura 3. Siega (izquierda) e hilerado y recogida mediante autocargador (derecha)

Realización del ensilado

Figura 4. Recogida, picado y carga de forraje en ensilado indirecto



es necesario considerar algunos aspectos que deben justificar la elección:

- El propio coste de adquisición de la maquinaria.
- Su capacidad de trabajo, que debe ser acorde a las necesidades y rendimiento que se precisan.
- Proximidad del servicio técnico.
- Valor residual.
- Facilidad de uso y de mantenimiento.
- Necesidad de mano de obra.
- Costes de funcionamiento.

También debe estudiarse el coste de contratar externamente alguna de las operaciones del proceso o todas ellas, en lugar de la compra.

Consideraremos que el forraje es transportado "a granel" desde el campo hasta el silo y abordaremos el caso de los silos llamados aéreos (almiar, zanja y trinchera) donde será precisa la compactación del forraje para expulsar el aire. En trabajos posteriores consideraremos el ensilado en pacas (redondas o prismáticas) y en grandes bolsas de plástico.

En principio, cuanto mayor sea el contenido en MS y más picado esté el forraje, mayor será la cantidad de forraje transportado en un mismo volumen, es decir, mayor será la densidad del forraje transportado. Sin embargo, a partir del 40-45% de MS la capacidad de transporte se estabiliza e, incluso, disminuye debido a la menor "autocompactación" de un forraje tan seco.

Tanto si el proceso de recogida, picado y carga (RPC) se realiza por medios propios o contratando

Figura 5. El llenado del silo debe hacerse en capas de 15 a 30 cm de espesor



este servicio, el criterio que se debe utilizar para dimensionar los equipos de transporte es el de NO STOP del equipo RPC², de forma que no se den tiempos de espera en su trabajo por falta de equipos de transporte. Estudios realizados al efecto indican que el tiempo del transporte, tanto en carga como en vacío, no depende de la capacidad de carga de los equipos sino solamente de la distancia a recorrer.

También se encontró que el tiempo de descarga a pie de silo es fijo e independiente de la capacidad de carga, del rendimiento de los equipos de transporte y de la distancia entre la parcela y el pie de silo.

Para dimensionar correctamente los equipos de transporte de forraje entre la parcela y el lugar de ensilado, dando continuidad a todas las labores de proceso, debe ocurrir que durante el tiempo de carga de un equipo se complete entre los restantes equipos el circuito "transporte en carga-descarga-transporte en vacío", de forma que cuando el equipo recién cargado se integre en este circuito, exista otro que salga del mismo y pase a la labor de carga trabajando en paralelo con la RPC.

Obviamente, el número de equipos de transporte va a depender de su capacidad de carga y de los tiempos de transporte, que serán función de la distancia a recorrer y del estado de los caminos, que hagan el transporte más rápido o más lento. Para distancias entre parcelas y pie de silo superiores a 7 km, las exigencias de capacidad y número de equipos de transporte de tractor y remolque no suelen resultar competitivas frente al uso de equipos autónomos de transporte (camiones).

Llenado y compactación del silo

Son operaciones que se van realizando simultáneamente. La buena conservación de un ensilado depende en gran parte de la rapidez de llenado del silo, siendo conveniente su realización en un solo día³. Por tanto, en función del volumen del silo, habrá que programar muy bien todas las operaciones para poder cumplirlo, con una buena coordinación entre los equipos de recolección, transporte, llenado y apisonado (ver punto anterior). Cuando el tamaño del silo supera la capacidad de llenado diario, este llenado requerirá varios días, no siendo aconsejable superar las 72 horas. En este caso, habrá que colocar una cubierta sobre la parte ya ensilada que la proteja durante la noche.

La adecuada distribución del forraje sobre el silo es importante, debiéndose realizar en capas (o tongadas) finas (Figura 5), inclinadas y uniformes de 10 a 30 cm de espesor como máximo ya que, si no, se dificulta el movimiento del tractor encargado de la compactación y la propia compactación. Se recomienda que la cantidad mínima de forraje que deba añadirse diariamente para mantener la calidad del ensilado sea de un grosor de 75 a 90 cm.

La compactación o apisonado del forraje en el silo tiene el objetivo de expulsar la máxima cantidad de aire posible e impedir que el aire exterior penetre en el mismo. Deberá ser más intenso cuanto mayor sea el contenido en MS y menos picado esté el forraje.

Durante el llenado y compactación de un silo "aéreo", la forma ideal de trabajo es utilizando un tractor de doble tracción⁴ equipado con una hoja

² Sobre todo si es contratado, cuya facturación al contratante es por el tiempo empleado en su actividad, por lo que deben evitarse tiempos muertos

³ En el caso de realizar el ensilado en grandes bolsas, el llenado de éstas también debería ser completo antes de proceder a su cierre.

frontal de baja altura y, en lo posible, con un tope en el hidráulico para que no baje más allá de los 10 cm (Figura 6)

Otro punto a considerar es el estado de los neumáticos del tractor, teniendo en cuenta que los tacos de los neumáticos aumentan la presión en el punto de contacto, mejorando la compactación y evitando el patinado en la superficie ya compactada. Ese patinaje sobre la superficie del silo es perjudicial, ya que cuando el tractor patina y no tracciona va descompactando el material de las capas anteriores, generando zonas de baja densidad y mala fermentación. Este patinaje puede suceder cuando se baja demasiado la hoja frontal o cuando no hay potencia suficiente. De ahí la importancia de que el equipo de trabajo esté bien dimensionado y que se cuente con la potencia necesaria para compactar adecuadamente el material que se ensila.

Cuando se está compactando, los tractores deben evitar realizar giros cerrados sobre el silo, pues los neumáticos arrastran material, generando puntos flojos en la masa ensilada. El tractor o tractores que compactan también deben evitar, en la medida de lo posible, salir del silo mientras dure esta compactación, para que las ruedas no se ensucien e introduzcan esta suciedad en la masa del silo.

Para aumentar el peso del tractor se pueden colocar contrapesos en las ruedas, en el frontal o en el tripuntal trasero, así como llenar de agua los neumáticos. La huella visible de los neumáticos o cadenas sobre la superficie del silo indica una buena compactación.

En los silos con paredes laterales, sobre todo si son verticales, el llenado del silo debe hacerse formando cierta concavidad para permitir que las ruedas del tractor puedan acercarse a estas paredes y compactar el forraje más próximo a éstas (Figura 7); al menos, mientras se alcance la altura del muro. Luego se seguirá introduciendo forraje para que la forma del silo sea convexa. Cuando las paredes del silo están inclinadas también se favorece la compactación.

Finalmente, la superficie superior de la masa ensilada, una vez lleno el silo, debe tener ligera pendiente para posibilitar el escurrimiento del agua de lluvia y evitar que se acumule agua sobre el plástico de cierre, especialmente junto a los muros del silo.

Cierre del silo

El silo se debe cerrar inmediatamente después de finalizar su llenado. Se hará mediante una cubierta, habitualmente de plástico resistente. El objetivo de esta operación es asegurar la estanqueidad de su parte superior, tanto al agua como al aire, de forma que se reduzcan o eviten las incidencias de fermentaciones aerobias desfavorables.

Figura 6. Carga y compactación del silo



La cubierta debe ser colocada estrechamente unida sobre el ensilado para evitar la formación de bolsas de aire y el abombamiento por la acción del viento. Para ello, es preciso que la parte superior del ensilado sea uniforme y tenga una forma convexa que también facilite el escurrido del agua de lluvia que caiga sobre la superficie.

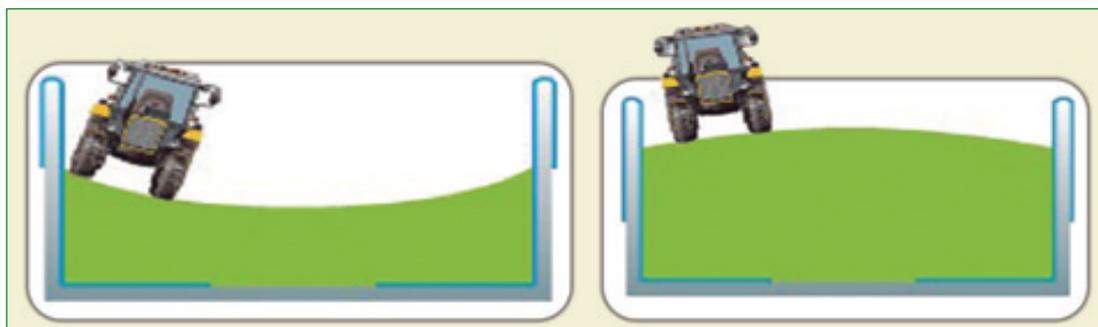
Cuando sea preciso utilizar varias piezas de plástico, éstas deben solaparse unos 50 cm y sellar esta unión con láminas adhesivas especialmente indicadas para este tipo de plásticos. Alternativamente, pueden solaparse 1 m y colocar sobre este solape neumáticos, sacos de arena, etc. El plástico debe estar limpio seco, no caliente y fabricado para este propósito.

Aunque se utiliza mayor cantidad de plástico, la conservación y calidad del silo es superior cuando se colocan láminas de plástico en las paredes verticales antes de proceder a llenar el silo (Figura 8, siguiente página). Esta colocación se haría en 3 pasos:

1. Antes de empezar a llenar el silo se coloca una lámina de plástico a lo largo de las paredes verticales (2 ó 3) que tiene el silo, dejando un sobrante de, al menos, 2 metros, colgando hacia el exterior.
2. Una vez lleno el silo, colocar dicho sobrante sobre la superficie superior del silo.
3. Cubrir el silo con una tercera lámina de plástico.

La permeabilidad a los gases y el color son dos características del plástico a tener en cuenta, pudiendo estar ligadas entre sí (el paso de un gas a través de una membrana microporosa es favorecido por la diferencia de temperaturas de una y otra parte).

Figura 7. Forma de llenar el silo para favorecer una compactación homogénea.



⁴ También puede utilizarse un tractor de cadenas, aunque son menos habituales

Realización del ensilado

Figura 8. Secuencia de colocación de láminas para cubrir un silo (Bernatdes, 2016)

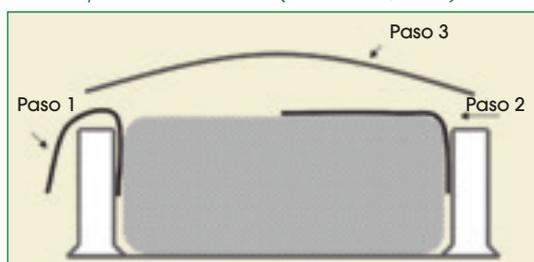


Tabla 2. Facilidad de colocación y nivel de protección conseguido con distintos tipos de cubierta sobre el plástico

Tipo de cubierta	Nivel de protección			Colocación
	Sol	Viento	Animales	
2º plástico usado	Bien	Mediocre	Mediocre	Muy fácil
2º plástico + arena	Bien	Bien	Mediocre	Fácil
Neumáticos	Mediocre	Bien	Mediocre	Fácil
Capa continua de arena, tierra, etc.	Muy bien	Muy bien	Bien	Difícil
Red oprimida + sacos de arena y atado	Bien	Bien	Muy bien	Fácil

Además de las características de resistencia física y de capacidad de envejecimiento, se pueden citar algunas otras características importantes que debe cumplir un plástico de calidad:

- No presentar defectos que puedan empeorar su estanqueidad y/o acelerar el proceso de envejecimiento.
- Utilizar materiales de calidad que garanticen una baja permeabilidad a los gases. En los últimos años se están utilizando nuevos materiales plásticos de baja permeabilidad al oxígeno, que mantienen mejor la calidad del ensilado. También se está experimentando con plásticos biodegradables para disminuir los problemas ambientales que generan los plásticos residuales que ya no son reutilizables.
- Utilizar colores que eviten el calentamiento del forraje. Aunque el plástico negro provoca un calentamiento de la superficie debido a la captación de los rayos solares, parece más aconsejable su uso pues al impedir la entrada de luz en el ensilado evita el enmohecimiento bajo su superficie. La menor temperatura de la capa superior del ensilado se consigue colocando una lámina blanca sobre otra negra.

La presencia de pequeños agujeros constituye el defecto más importante, en especial, en el caso de plásticos de mala calidad.

Como se señaló anteriormente, es necesario para cualquier tipo de silo que la cubierta se mantenga lo más unida posible al ensilado, por lo que se necesita colocar sobre la misma una carga continua y homogénea inmediatamente después de cerrar el silo. Ello permite cerrar herméticamente el silo así como conservar sus cualidades durante el período de utilización.

Todos los plásticos deben ser protegidos mediante dicha carga, incluso los de buena calidad, ya que pueden ser degradados por diversos motivos:

- La luz. El polietileno es un material fotodegradable por lo que, a pesar de incorporar sustancias protectoras, la acción de los rayos ultravioletas lleva finalmente a un envejecimiento del plástico, que pierde resistencia, por lo que los gases pueden atravesarlo y provocar la aparición de

mohos. Las heladas pueden dar lugar a efectos semejantes.

- El viento. Un material que no esté bien unido al ensilado será batido por el viento, lo que acelera los intercambios gaseosos y aumenta la aparición de desgarros.
- La presencia de animales. Los pájaros, roedores o animales domésticos pueden provocar desgarros en el plástico que perjudican el ensilado.
- Los materiales empleados para la carga, sobre todo cuando contienen piedras angulosas.

Se pueden adoptar varias soluciones para asegurar la protección del plástico frente a los factores antes mencionados, con resultados variables como se puede ver en la tabla 2.

Los materiales utilizados no deben ser punzantes y fácilmente manipulables, siendo poco aconsejables los que dan lugar a cargas poco uniformes como los neumáticos, aunque, sin embargo, son bastante utilizados.

En la figura 9 se indica la forma de colocar esta cubierta en un silo almiar, es decir, el forraje se ensila directamente sobre el suelo, sin muros laterales de contención. En este tipo de silos hay que tener en cuenta las dimensiones de las cubiertas plásticas existentes en el mercado con el fin de economizar material. En la misma figura se indica cómo cerrar correctamente un silo de paredes verticales de horrigón (silo zanja o silo trinchera).

Resumen

En este trabajo se ha querido sintetizar el procedimiento de ensilado, desde la siega del forraje hasta el cierre del silo. Como hemos señalado, es importante que el proceso se realice en el menor tiempo posible para minimizar las pérdidas por respiración o por fermentaciones indeseadas. En muchos casos será necesaria una desecación previa hasta alcanzar un nivel de MS que permita una buena fermentación y un rápido descenso del pH del forraje ensilado. También será imprescindible llenar el silo de forma rápida (no más de 3 días), compactarlo muy bien para expulsar el aire, y cerrarlo herméticamente para evitar la entrada de aire.

Figura 9. Cierre correcto de dos tipos de silos

