

SILOS Y ENSILAJE

Guillermo Cedeño, Oswaldo Acosta J. Reynaldo Rubio y Robert K. Waugh

El ensilaje es el forraje verde conservado en sitios especiales (silos).

El ensilaje de forraje verde presenta varias ventajas:

1. El ensilaje, suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año o durante el verano.
2. Se aumenta la capacidad de sostenimiento por hectárea.
3. El forraje se puede ensilar cuando el tiempo no permite aprovecharlo en otra forma.
4. En ciertas condiciones es posible aprovechar cultivos enmalezados.
5. Se puede ensilar el forraje sobrante durante el invierno.
6. Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo del forraje.
7. Se requiere menos espacio para almacenar forraje.
8. Se puede usar una gran variedad de equipo y maquinaria.

Tipos de silos.

Los silos se pueden clasificar de diferentes maneras:

a) Según su ubicación, en:

Silos horizontales (trincheras-bunker).

Silos permanentes (torres, trincheras, bunker).

b) Según su posición predominante, en:

Silos verticales (torres)

Silos horizontales (trinchera-bunker).

c) Según su durabilidad, en:

Silos permanentes (torres, trincheras, bunker).

Silos temporales (montón).

Los silos aéreos verticales permanentes, son los silos de torre o cilíndricos, que se pueden construir de cualquier material como ladrillo, concreto, bloques de cemento, madera, metal o piedra. También pueden ser provisionales como los construídos con malla metálica.

Los silos aéreos horizontales permanentes, son silos más o menos largos, construídos sobre el suelo (bunker). Para su construcción se pueden usar diferentes materiales como ladrillo, piedra, bloques de cemento, concreto y madera.

Los silos subterráneos permanentes son los construídos bajo tierra a manera de trinchera, bien sea en la ladera de una colina o en terreno plano (foso).

Los silos temporales son aquellos construídos con el forraje mismo, sobre el suelo, en forma de montón.

Nos referimos únicamente a los tipos de silos más aprovechables en nuestro medio, y a las condiciones económicas de la mayoría de las fincas lecheras. Los planos de estos silos se encuentran en el Departamento de Ingeniería Agrícola, del ICA.

La selección del tipo de silo depende de las condiciones y necesidades de la finca, del capital disponible, del costo inicial, de su conservación y también de su eficiencia para conservar el ensilaje en buenas condiciones.

Localización de los silos.

Para localizar los silos se debe tener en cuenta, que el ensilaje expide olores desagradables y no deben quedar cerca de las habitaciones y de los sitios de ordeño. También se debe considerar la distancia y el tiempo que se empleará para transportar el ensilaje hasta el sitio donde se distribuirá al ganado, así como el equipo disponible para extraer y transportar el ensilaje.

Los silos de torre.

Los silos de torre deben tener paredes fuertes, impermeables, lisas bien aplomadas y de superficie circular para que el ensilaje se compacte mejor. Las paredes deben ser fuertes para que resistan la presión lateral del peso del material ensilado, la cual aumenta con la profundidad o altura del silo, de ahí que estos silos se refuerzan con aros metálicos exteriores.

La superficie interna se debe proteger contra los ácidos del ensilaje, para ello se puede usar asfalto, pintura a base de caucho, yeso, cemento, aceite de linaza cocido (no usar pintura a base de plomo). Los cimientos deben ser fuertes, resistentes y con drenajes para evacuar los líquidos exprimidos del silo.

Deben estar provistos de techo, escaleras seguras y un canal lateral exterior para facilitar el descargue del silo.

Capacidad de los silos de torre.

La altura del silo de torre no debe ser menor del doble de su diámetro ni mayor del cuádruple de su diámetro. Un silo de cinco metros de diámetro debe tener de 10 a 20 metros de alto.

El diámetro del silo depende de la cantidad de ensilaje consumido diariamente, esta cantidad depende del número de animales y de la cantidad de ensilaje que se suministre a cada uno. Esto es para obtener una mayor eficiencia de trabajo, pues un obrero con una pala, puede extraer una capa de material de cinco a siete centímetros por cada palada y así se evita desperdicio y daño del ensilaje expuesto y removido innecesariamente. Si se va a aumentar el número de animales por día, el diámetro entonces debe ser mayor.

La altura del silo depende del tiempo durante el cual se a va usar el ensilaje. Si se usa ensilaje por cortos períodos, el silo podrá ser bajo, de lo contrario deberá ser más alto.

Los silos horizontales.

Los silos horizontales, aéreos o subterráneos (bunker o trinchera), son longitudinales, abiertos en los extremos, cerrados en un extremo o con compuertas en uno o ambos extremos para cerrar el silo.

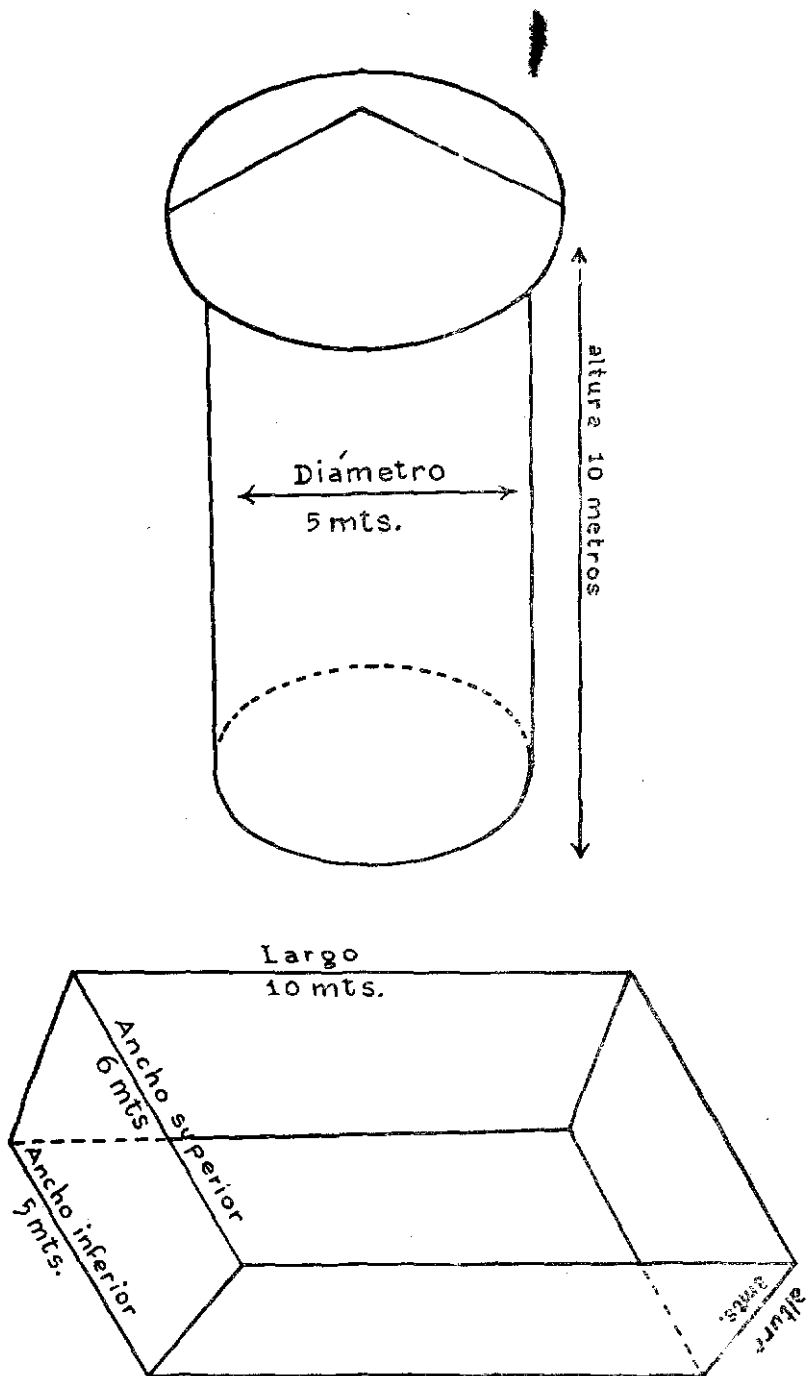


FIGURA 1. Medidas para calcular el volumen de los silos de torre, de trinchera y bunker.

Las paredes laterales deben ser ligeramente inclinadas (12, 25 ó 34 centímetros de declive por metro lineal) para facilitar el apisonamiento del forraje. Su corte transversal queda en forma de pirámide truncada invertida.

Los muros de los silos bunker se pueden construir en ladrillo, bloques de cemento, piedra, concreto o madera. Las paredes deben quedar lisas recubiertas con cemento o asfalto.

Los silos horizontales subterráneos o de trinchera se construyen en la ladera de una colina próxima a las edificaciones, de longitud diferente según lo permita la topografía del terreno y de corte transversal en forma de pirámide truncada invertida. Según la estructura del suelo, las paredes no deben ser muy verticales, para evitar volcamiento de la tierra y para facilitar un buen apisonamiento del forraje. El extremo superior del silo, en la parte alta de la colina, puede quedar con un desnivel suave o corte casi vertical con declive igual al de las paredes laterales.

El extremo inferior, en la parte baja de la colina, puede quedar abierto, o dotado de compuerta para cerrar el silo. Las paredes laterales podrían elevarse, hacia más abajo de la colina, para que queden a la misma altura de la pared al fondo del silo.

Las compuertas a uno u otro extremo de los silos bunker o trinchera son costosas. Se recomienda mejor dejarlos abiertos, formando ramplas con el mismo forraje, de longitud variable lo cual facilita el descargue del forraje para ensilar y su apisonamiento con maquinaria (tractores).

El terreno donde se construyen los silos de trinchera, debe ser bien drenado.

Al escavar la trinchera, las paredes laterales deben cortarse en forma neta y lisa. Es mejor cubrir estas paredes con ladrillo, piedra, cemento o bloques de cemento, pues de lo contrario corren el riesgo de erosionarse.

El piso de los silos bunker y trinchera, debe revestirse con los mismos materiales que las paredes, dejando una pendiente de cinco por mil hacia un extremo, y un canal central o dos laterales a lo largo del piso del silo para facilitar la salida de los líquidos exprimidos del ensilaje.

Alrededor del piso superior del silo trinchera, se debe construir un canal para recolectar las aguas lluvias y evitar que viertan al interior del silo.

Capacidad de los silos horizontales.

La capacidad de los silos horizontales depende del tiempo y del número de animales que se van a alimentar.

La longitud del silo depende del tiempo durante el cual se va a usar ensilaje, la anchura o corte transversal depende de la cantidad de ensilaje que se va a usar diariamente, según el número de animales y de la cantidad suministrada a cada uno.

Así, si se utiliza ensilaje por corto tiempo, podrá disponerse de un silo corto, de lo contrario deberá ser más largo. Si se va a suministrar ensilaje a un gran número de animales, el silo deberá ser ancho, de lo contrario podrá ser más angosto.

Estas mismas condiciones son aplicables al silo de montón.

La altura de los silos bunker, trinchera o montón puede ser de 1,8 a 3 metros.

El silo de montón es un silo provisional usado en fincas donde no se desea hacer mucha inversión de capital o cuando los excedentes de forraje no caben en los silos disponibles.

Para ensilar en montón, se escoge un terreno elevado, próximo a las edificaciones, provisto de canales de desagüe alrededor del silo. La forma que se da al silo de montón puede ser redonda o rectangular. De longitud, anchura y altura variable según las necesidades anotadas; con un corte transversal en forma de pirámide truncada con los bordes longitudinales laterales ligeramente desvanecidos.

Capacidad de los silos.

La capacidad de los silos se determina según el volumen del silo y el peso del forraje ensilado.

Para determinar el volumen de los silos se aplican las siguientes fórmulas:

Para silos cilíndricos: Volumen = $\frac{\text{diámetro} \times \text{diámetro} \times 3,14 \times \text{altura}}{4}$.

Para silos bunker o trinchera:

Volumen = $\frac{\text{ancho superior} + \text{ancho inferior} \times \text{altura} \times \text{largo}}{2}$.

EJEMPLOS:

Silos cilíndricos: **diámetro:** 5 metros, **altura,** 10 metros

Volumen = $\frac{\text{diámetro} (5) \times \text{diámetro} (5) \times 3,14 \times 10 (\text{altura})}{4}$.

Volumen = $\frac{5 \times 5 \times 3,14 \times 10}{4}$

Volumen = 195,3 metros cúbicos.

Silos bunker y trinchera: **anchura:** 6 y 5 metros, **altura:** 3 metros, **Largo:** 10 metros.

Volumen = $\frac{6 (\text{ancho superior} + 5 (\text{ancho inferior} \times 3 (\text{altura}))}{2} \times 10 (\text{largo})$.

Volumen = $\frac{6 + 5 \times 3 \times 10}{2}$

Volumen = 165 metros cúbicos.

El peso del material ensilado depende de la clase de forraje, del tamaño de corte del forraje, del estado de madurez y del contenido de humedad del forraje en el momento del corte. Como promedio, el peso de un metro cúbico de forraje es de 664 kilogramos para el maíz ensilado en silos de torre. El ensilaje de pasto pesa un cinco a un diez por ciento más que el maíz.

El peso del material ensilado depende también de la altura del silo y del grado de apisonamiento. En los silos de torre, el ensilaje de las capas inferiores pesa mucho más que el de las capas superiores.

En los silos horizontales, como la altura es menor, el peso del forraje ensilado es menor. El peso promedio es de 611 kilogramos por

metro cúbico en el fondo del piso, de 506 kilogramos en la parte media y de 284 kilogramos en la parte superior. Para los silos horizontales se acepta un promedio de 510 kilogramos por metro cúbico.

En los silos horizontales y de montón, en la pendiente de la rampa, el forraje pesa un 30 por ciento menos que el ensilaje almacenado en el cuerpo principal del silo.

Con base en estos datos se puede calcular la capacidad de almacenamiento de los silos.

Capacidad en toneladas; silos cilíndricos:

Volumen x peso del ensilaje x metro cúbico

1.000

195,3 x 664 = 129,7 toneladas

1.000

Capacidad en toneladas; silos bunker y trinchera:

Volumen x peso del ensilaje

1.000

165 x 510 = 84,2 toneladas

1.000

TABLA 1. Peso del ensilaje asentado, por metro cúbico, a una profundidad determinada, cuando el silo torre está lleno de maíz con una humedad de 72 por ciento (pasto de gramináceas o leguminosas o mezclas, pesan cinco a diez por ciento más).

Profundidad (Metros)	Peso promedio/metro Cúbico (kilogramos)	Profundidad (Metros)	Peso promedio/metro Cúbico (Kilogramos)
0,3	284	9,0	760
1,5	507	10,5	778
3,0	611	12,0	794
4,5	664	13,5	807
6,0	710	15,0	818
7,5	740		

De acuerdo con todos estos datos y los que se suministran en las tablas 1, 2 y 3; el ganadero puede determinar de qué tamaño debe construir los silos, según la clase de forraje, el número de animales que quiere alimentar, la cantidad de ensilaje diaria que quiere dar y el número de días que va a suministrar ensilaje.

TABLA 2 Cantidad de ensilaje que puede suministrarse diariamente a los animales. Esta cantidad está sujeta a variaciones, si se dispone de pastoreo o pasto de corte suplementario.

Clases de animales	Cantidad de ensilaje diaria en kilogramos
Vacas de leche	25 — 35
Vacas secas	23 — 27
Novillas	20 — 25
Ternero, terneras en levante	9 — 11
Novillos, toretes	16 — 20

Supongamos que un ganadero quiere alimentar un hato de 35 vacas de ordeño, 5 vacas secas y 20 novillas, suministrando diariamente 30 kilogramos de ensilaje a vacas y 20 kgs. a las novillas durante cuatro meses (120 días) tiempo que dura uno de los períodos secos de verano, entonces podrá hacer los siguientes cálculos:

40 vacas a 30 kilogramos de ensilaje diario durante 120 días.

20 novillas a 20 kilogramos de ensilaje diario durante 120 días.

40 x 30 x 120 = 144 toneladas. 1.200 kilogramos diarios

20 x 20 x 120 = 48 toneladas. 400 kilogramos diarios

TOTAL 192 toneladas 1.600 kilogramos diarios

Aumentando un 20 por ciento de pérdidas del ensilaje mismo y durante el descargue del ensilaje y desperdicios por el ganado, necesitamos entonces 196 toneladas de forraje verde.

Si el maíz produce 40 toneladas de forraje verde por hectárea, entonces el ganadero deberá sembrar aproximadamente cinco hectáreas de maíz (196 toneladas de ensilaje dividido por 40 = 4,9 hectáreas).

Si se dispone de un silo de torre, bunker o trinchera, o se desea construirlos, las dimensiones se pueden calcular de acuerdo a los datos que han suministrado o se pueden obtener en las Tablas 4 y 5.

TABLA 3. Rendimiento de los diferentes forrajes aptos para ensilar, cultivados bajo las prácticas recomendables y cosechados con la humedad adecuada y en el momento de mejor calidad y digestibilidad.

Clase de forraje	Toneladas de forraje verde por hectárea			
	Sin abono		Con abono (50 kilogramos de nitrógeno por hectárea)	
Maíz	40	—	45	—
Maíz millo	70	—	80	75 — 85
Sorgo	30	—	35	40 — 45
Elefante	25	—	30	30 — 35
Guinea	20	—	22	25 — 28
Sudán	10	—	15	20 — 25
Pará	12	—	16	30 — 35
Avena	—————		36 — 40	
Alfalfa	—————		32 — 38	
Guandul	—————		15 — 20	
Kudzú tropical	—————		10 — 15	
Gramíneas + tréboles (clima frío)	—————		13 — 20	
Gramíneas (clima cálido)	—————		15 — 25	

TABLA 4. Capacidad de los silos de torre en toneladas en ensilaje de

Peso promedio del ensilaje en kilogramos por metro cúbico	Altura del ensilaje en mts.	Diámetro del Silo									
		3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0
		Toneladas de ensilaje									
706	9	68	92	121	—	—	—	—	—	—	—
754	12	96	132	171	217	267	324	386	453	525	603
786	15	125	171	223	282	349	423	503	590	685	786
818	18	—	214	279	353	435	527	628	737	855	981
850	21	—	—	338	427	528	639	760	894	1037	1189
882	24	—	—	—	—	627	758	902	1060	1229	1374

En la Tabla 4, por ejemplo, vemos que se necesita un silo de torre de 18 metros de alto y 4,2 metros de diámetro para almacenar 214 toneladas de maíz.

En la Tabla 5 vemos que se necesita un silo trinchera o bunker de 30 metros de largo, con una rampa de 7,5 metros de largo, 4,2 metros de ancho superior, 3,0 metros de ancho inferior y 2,4 metros de altura (capacidad de 5.811 toneladas por metro lineal x 30 metros = 184,33 toneladas, más 14,5 toneladas en la rampa de 7,5 metros de largo = 198,5 toneladas en total).

Como se deben suministrar 1.600 kilogramos diarios de ensilaje, según la Tabla 5, se debe cortar 30 centímetros diarios de silo bunker o trinchera de estas mismas dimensiones, para obtener más o menos la cantidad de 1.754 kilogramos.

Proceso de ensilaje.

Para la preparación de un ensilaje de muy buena calidad, hay que tener en cuenta varios puntos muy importantes:

1. El forraje y el corte.
2. El llenado y el apisonado.
3. La fermentación.
4. Los preservativos.
5. La cobertura y sellado.
6. Las pérdidas.

1. El forraje.

Se puede ensilar todo tipo de gramíneas usadas para pastoreo con o sin mezcla de leguminosas (tréboles y leguminosas nativas), gramíneas de corte (imperial, elefante, sudán, etc.), sorgo forrajero, maíz millo, maíz, avena forrajera y otros cereales (trigo cebada) perdidos por heladas.

Para obtener un buen ensilaje, los forrajes deben cosecharse temprano. Para obtener una mayor cantidad de materia seca digestible, el forraje debe ser cosechado por lo menos cinco días antes del estado óptimo del forraje o de máxima producción de materia seca. Por cada día que pase después de este estado óptimo, disminuye en un 0,5 por ciento la digestibilidad, aunque se obtiene menos producción de materia digestible pero el ensilaje resulta de mejor aceptabilidad y habrá mejor consumo.

TABLA 5. Capacidad de los silos trinchera y bunker, con ensilaje de pastos y ensilaje de maíz.

CON ENSILAJE DE PASTOS								
Dimensiones transversales del silo en metros			Capacidad en el cuerpo del silo			Capacidad en la rampa del silo en toneladas		
			Por cada 10 centímetros de longitud en kilogramos)	Por cada metro de longitud (en toneladas)	Por cada 5 metros de longitud (en toneladas)	Rampa de 4,5 metros de longitud	Rampa de 6,0 metros de longitud	Rampa de 7,5 metros de longitud
Ancho superior	Ancho inferior	Altura						
2,4	1,8	1,8	254	2,542	12,710	3,3	5,1	6,4
3,0	2,1	1,8	308	3,087	15,435	4,6	6,2	7,7
3,6	2,4	1,8	363	3,632	18,160	5,4	7,3	9,1
2,4	1,8	2,1	295	2,951	14,755	4,4	5,9	7,3
3,0	2,1	2,1	359	3,587	17,935	5,4	7,2	9,0
3,6	2,4	2,1	422	4,222	21,110	6,4	8,4	10,0
3,0	1,8	2,4	386	3,859	19,295	5,8	7,7	9,6
3,6	2,4	2,4	486	4,858	24,290	7,3	9,7	12,1
4,2	3,0	2,4	581	5,811	29,056	8,7	11,6	14,5
CON ENSILAJE DE MAIZ								
2,4	1,8	1,8	223	2,225	11,125	3,3	4,4	5,5
3,0	2,1	1,8	268	2,679	13,395	4,0	5,4	6,7
3,6	2,4	1,8	318	3,178	15,890	4,8	6,4	7,9
2,4	1,8	2,1	259	2,588	12,940	3,9	5,2	6,4
3,0	2,1	2,1	313	3,133	15,665	4,7	6,3	7,8
3,6	2,4	2,1	372	3,723	18,615	5,5	7,4	9,3
3,0	1,8	2,4	341	3,405	17,025	5,1	6,8	8,4
3,6	2,4	2,4	422	4,222	21,110	7,3	8,4	10,0
4,2	3,0	2,4	508	5,085	25,425	7,6	10,2	12,7

Las leguminosas (alfalfa, tréboles y leguminosas nativas) deben cosecharse cuando comienzan a florecer, las gramíneas antes de su floración. La avena y el sorgo, cuando los granos están en estado lechoso y el maíz cuando la mazorca está en estado choclo y comienzan a secarse las hojas inferiores. Cuando hay mezcla de gramíneas y leguminosas, se cortan cuando está floreciendo el forraje predominante en la pradera.

Los tallos y hojas de las leguminosas son más suculentos y se dejan compactar fácilmente. Las gramíneas jóvenes y suculentas también se dejan compactar con facilidad; pero cuando están maduras y florecidas se vuelven muy duras y fibrosas, hay que picarlas bien pero no se dejan compactar tan fácilmente. Algunas gramíneas tienen tallos gruesos, huecos y son difíciles de apisonar. El forraje bien picado (de uno y medio a dos centímetros de largo) se deja apisonar más fácilmente. El picado del forraje facilita la compactación y expulsión rápida del aire de la masa ensilada. Los forrajes no suculentos, deben ser picados, de lo contrario se aumentan las pérdidas de materia seca y el ensilaje puede resultar de olor fuerte y de aspecto mucilaginoso.

La humedad del forraje es importante para obtener buen ensilaje. Cuando se ensila forraje con mucha humedad, aumentan las pérdidas por jugos exprimidos, por fermentación, por pérdidas superficiales y de materia seca; además el ensilaje resulta menos palatable y habrá menos consumo.

Para casi todos los forrajes la humedad óptima para ensilar es del 70 a 73 por ciento.

La humedad del forraje se puede determinar en el campo, tomando un puñado de forraje picado y apretándolo fuertemente durante un minuto para luego soltarlo rápidamente.

- a) Si la bola formada permanece comprimida y aparece jugo abundante entre los dedos, tiene entre 75 a 85 por ciento de humedad. Es un forraje demasiado húmedo para ensilar en torre. No se recomienda ensilar en ese estado a menos que se deshidrate un poco o se mezcle con forraje más seco o se adicionen granos molidos de maíz con tusa, para absorber humedad. Este forraje se recomienda ensilarlo mejor en silos de trinchera o bunker.

- b) Si la bola retiene su forma y en la mano queda alguna humedad, tiene entre 70 a 75 por ciento de humedad. Todavía es un forraje no muy apto para ensilar en torre a menos que se usen preservativos y absorbentes de humedad. Es una humedad adecuada para ensilar en silos bunker o trinchera.
- c) Si la bola se expande lentamente sin quedar signos de jugo en la mano, tiene entre 60 a 70 por ciento de humedad. Es la humedad adecuada para ensilar en torre sin necesidad de usar preservativos. Forrajes con este grado de humedad no son adecuados para silos bunker o trinchera, a menos que se mezcle con forraje un poco más húmedo o se usen aditivos como melaza.
- d) Si la bola se expande y deshace, tiene menos de 60 por ciento de humedad. Es difícil preparar un buen ensilado con esta humedad en cualquier tipo de silo. El ensilaje resultará recalentado, mohoso y de bajo valor nutritivo.

El forraje se corta en el campo con cosechadora-picadora, se recoge en un remolque común o un remolque de descargue automático o en camiones o volquetes. La cosecha y el corte deberán hacerse rápidamente, cosechando por lo menos de 30 a 50 toneladas diarias en una labor continua de 12 horas.

2. Llenado y apisonado del silo.

En los silos bunker y trinchera, el forraje cosechado y picado se vacía directamente de los remolques al piso del silo y sobre las capas de material ya apisonado. Para llenar los silos de torre se necesita maquinaria para elevar el forraje y llenar el silo por arriba.

Inmediatamente vaciada cada carga de forraje se debe extender uniformemente por toda la superficie, a mano o mecánicamente. Cada carga se debe nivelar inmediatamente, sin esperar las siguientes para nivelar varias cargas a la vez, lo cual dificultaría una buena compactación y la expulsión de aire de la masa de forraje.

Se debe apisonar inmediatamente después de nivelar cada carga de forraje, usando para ello un tractor en los silos bunker o trinchera y uno o dos obreros en los silos de torre. Al finalizar la labor diaria se apisona por media hora la última carga y durante el mismo tiempo al día siguiente antes de continuar llenando el silo.

En los silos bunker y trinchera se deja en la parte superior una cúpula por lo menos de 30 a 60 centímetros por encima de las paredes superiores del silo y a ambos extremos o en uno de ellos, a medida que se va llenando el silo se forma una rampa de 4,5 a 7,5 metros de largo para facilitar la entrada y salida de los remolques y de los tractores usados para descargar y apisonar el forraje.

En los silos de montón, se amontona el forraje directamente sobre una área rectangular de terreno y se procede en la misma forma como para llenar y apisonar el forraje en los silos bunker o de trinchera, dando a la masa la forma de una pirámide truncada con los bordes longitudinales laterales redondeados y formando dos rampas en ambos extremos para facilitar el movimiento de la maquinaria de descargue y apisonado.

El objeto del apisonado es la expulsión rápida del aire atrapado entre las partículas del forraje. Como las plantas después de cortadas continúan respirando por algún tiempo, la presencia de aire dentro del forraje prolonga esta actividad, produce una rápida elevación de la temperatura hasta 50 o 65 grados centígrados y se obtiene entonces un ensilaje de color oscuro o pardo oscuro y de mal olor, lo que ocasiona pérdidas hasta del 50 por ciento de los nutrientes y reduce la palatabilidad.

En el forraje deficientemente compactado, el recalentamiento no es tan severo pero el color resulta ligeramente pardo, hay todavía mal olor, se presenta putrefacción en las superficies expuestas y aunque las pérdidas de nutrientes son menores, la palatabilidad no es muy buena.

Una rápida y perfecta compactación expulsa rápidamente el aire reduciendo muy pronto la respiración de las plantas; hay poca elevación de la temperatura, lo cual permite obtener un ensilaje de olor agradable, de color amarillo verdoso, se conserva un alto porcentaje de nutrientes, hay abundante ácido láctico y muy poca o ninguna cantidad de ácidos indeseables (butírico, propionico).

3. Proceso de ensilaje.

El proceso de ensilaje comprende una serie de procesos que envuelve la respiración de los vegetales, la fermentación en sí, los cambios de composición química y la elevación de la temperatura.

a) **Respiración.**

Después de cortado el forraje la planta continúa respirando si hay presencia de aire, dando lugar a que los azúcares y almidones se transformen en agua y ácido carbónico con gran elevación de temperatura.

Si este proceso no se detiene rápidamente, hay grandes pérdidas de nutrientes y disminuye la digestibilidad de la proteína. Con el llenado y pisonado rápido y bueno del forraje, la respiración de la planta cesa pronto, por falta de aire y se detiene la elevación de la temperatura.

b) **Fermentación.**

En las plantas hay millones de bacterias que inician la fermentación adecuada o indeseable del forraje. Las bacterias acidolácticas transforman los azúcares en ácido láctico y disminuyen el pH del forraje por debajo de 4,2 (este es el valor óptimo que se debe obtener dentro del tiempo más corto posible) de lo contrario se da tiempo para que las bacterias acidobutíricas pudran y desintegren los azúcares y almidones, produciendo ácido butírico, que dan mal olor al ensilaje y para que las bacterias putrefactantes desintegren las proteínas en compuestos animados y amoniacales que dan olor pútrido al ensilaje y no son asimilables por el animal.

Las bacterias acidolácticas, son las más beneficiosas y requieren temperaturas modernas para su desarrollo. Cuando en el forraje (leguminosas) hay abundancia de proteínas e insuficientes carbohidratos para formar ácido láctico, la formación de este ácido se retarda, demorando el descenso del pH, condición que permite la acción de las bacterias acidobutíricas y putrefactantes para desintegrar las proteínas.

En estos casos se recomienda adicionar al forraje, fuentes de carbohidratos, como maíz con tusa molido y melaza que favorecen la fermentación bacteriana acidoláctica.

La humedad del forraje juega papel importante en la fermentación. Cuando los forrajes tienen una humedad de 75 a 80 por ciento se logra más rápidamente el pH deseado. Los forrajes

con menos humedad, son difíciles de compactar y de extraerles el aire, lo cual facilita las fermentaciones indeseables y la elevación del pH por encima de 4,2.

c) **Temperatura.**

La temperatura del forraje se eleva debido a la respiración y fermentación de la planta. En los forrajes mal apisonados con poca expulsión del aire, la temperatura se eleva rápidamente y se favorece el desarrollo de las bacterias acidobutíricas y putrefactantes, pero el desarrollo de estas bacterias cesa cuando la temperatura llega a 50 grados centígrados, temperatura a la cual ya se han causado daños al forraje por pérdidas de azúcar y por disminución de la digestibilidad de la proteína.

Sólo apisonando bien el forraje y expulsando el aire rápidamente, se obtienen temperaturas adecuadas de 25 a 30 grados centígrados, que favorecen el desarrollo bacteriano acidoláctico y el rápido descenso del pH por debajo de 4,2.

4. **Preservativos.**

Los preservativos se adicionan al forraje con la finalidad de aumentar la fuente de carbohidratos, de fuente de energía, para corregir la excesiva humedad del forraje, para prevenir las fermentaciones indeseables y para aumentar la palatabilidad.

Los preservativos sólo ayudan a hacer un buen ensilaje y partir de forrajes cosechados en buen estado de madurez. Los aditivos, como preservativos sólo hacen lo que ellos pueden hacer por sí mismos dentro de la masa del forraje.

Para aumentar la fuente de carbohidrato, de energía y la palatabilidad del ensilaje se usan granos de cereales, maíz molido con tusa y melaza de caña.

Para corregir las fermentaciones indeseables, además de la melaza y los granos de cereales, se usan los ácidos orgánicos y el metasulfito de sodio. Aunque el efecto de estos dos últimos es beneficioso, se ha demostrado que se logra un buen ensilaje sin necesidad de usarlos, si se excluye el aire rápidamente y si se hace un rápido llenado y una buena compactación.

Las proporciones de los materiales usados para absorber humedad de los forrajes muy húmedos y succulentos varían en cuanto a su capacidad para absorber humedad (Tabla 6).

TABLA 6. Capacidad de absorción de agua de algunos materiales aditivos.

Materiales	Gramos de agua absorbida por gramo de materia seca
Granos molidos	0,6 — 1,0
Tusa de maíz	1,6 — 2,1
Heno, paja, tamo, tallos de maíz	2,1 — 3,4

TABLA 7. Cantidad de aditivos recomendables para los forrajes ensilados.

Clase de forraje ensilado	Melaza Kg/ton	Granos molidos Kg/ton	Forrajes secos Kg./ton	Metasulfito de sodio Kg./ton
Mezcla de leguminosas y gramíneas (gramíneas en floración).	40—60	120—200	60—150	9
Mezcla de gramíneas y cereales (antes de la floración).	20—60	100—150	60—150	8
Mezcla de gramíneas y cereales (después de la floración).	40—60	100—150	60—150	8
Leguminosas	60—80	200—250	60—150	10

5. Cobertura y sellado del silo.

Una vez llenado el silo se debe cubrir con material impermeable. En los silos de torre con techo, el ensilaje se puede dejar descubierto, pero es preferible cubrir la capa superior con tamo, láminas plásticas o tela encerada y encima poner aserrín, viruta de madera, cascarilla de café o de arroz.

Los silos bunker o trinchera se deben cubrir inmediatamente, de lo contrario, se producen grandes pérdidas de nutrimentos en las capas superiores que no son aparentes a simple vista, especialmente por efecto de las aguas lluvias.

En las superficies externas expuestas directamente al aire y a la lluvia se presentan grandes pérdidas debido a la acción de bacterias y hongos que fermentan indebidamente y pudren las capas superiores del ensilaje hasta una profundidad de 10 a 20 centímetros, las cuales se aprecian de un color negro.

Para cubrir los silos se usan diferentes materiales como: aserrín húmedo, cascarilla de café o de arroz, tamo, paja o forraje de mala calidad. Estos materiales se ponen directamente sobre el ensilaje o encima de una lámina plástica que cubre el material ensilado.

La tierra se puede usar. Para ello se coloca una capa de 10 centímetros (especialmente para silos trinchera) directamente o sobre una capa de uno de los materiales enumerados anteriormente. Tiene la desventaja de dificultar su remoción en el momento de descargar el silo.

Telas plásticas de polietileno o polivinilo, tela de hule, tela de caucho o telas asfálticas. Las telas plásticas gruesas son durables, las de base de algodón se pudren fácilmente. Encima de estas láminas se aconseja poner aserrín, viruta de madera, tamo, cascarilla de café o de arroz o llantas viejas, es decir cualquier material, excepto tierra, que no produzca perforación de las telas y para que la lámina quede bien adosada contra la capa superior del ensilaje y no queme aire entre ellas. Si se deja la lámina suelta y hay perforaciones en lámina, por acción del viento, la lámina se levanta y asienta ejerciendo un bombeo de aire dentro de la masa de forraje ensilado, provocando su putrefacción.

Los silos bunker o de trinchera podrían dejarse sin cubrir, pero si están provistos de un techo de lámina de zinc, aluminio o paja que los proteja de las lluvias.

Si se desea hacer un tapado y sellado hermético de los silos bunker y de trinchera, se puede poner láminas de plástico sobre el piso y paredes laterales del silo antes de comenzar a llenarlo, dejando los bordes de las láminas descolgados hacia afuera de las paredes del silo. Cuando el silo queda lleno, estos bordes se pliegan sobre la parte superior del silo y se coloca otra lámina encima dejando que

sobresalgan sus bordes laterales para formar una especie de canal para recoger las aguas de lluvia. En los extremos también se puede poner tela plástica.

6. Pérdidas en el ensilaje.

Las pérdidas en el ensilaje dependen de varias condiciones como son:

- a) Clase de silo.
- b) Clase de forraje cosechado y de su estado en el momento del corte (grado de succulencia o madurez).
- c) Humedad al momento de ensilar.
- d) Finura del corte.
- e) Eficiencia de la expulsión del aire.
- f) Grado de compactación.
- g) Rapidez del llenado.
- h) Perfección del tapado y sellado.

Las pérdidas en el material ensilado se deben especialmente a:

- 1) Putrefacción externa o superficial en las paredes superiores y laterales. Pueden variar de 0 a 10 por ciento.
- 2) Pérdida por líquidos afluentes que arrastran nutrientes, debido a la expresión del forraje sometido a grandes presiones. Pueden variar de 0 a 12 por ciento.
- 3) Pérdidas por respiración de la planta y por fermentación bacterial, pueden variar de 10 a 15 por ciento.

Las pérdidas totales varían según el tipo de silo. En los silos de torre pueden ser de 14 a 20 por ciento; en los silos horizontales (bunker y de trinchera) de 20 a 25 por ciento y en los silos de montón de 20 a 35 por ciento.

En cualquier tipo de silo, las pérdidas por fermentación y respiración se pueden reducir al mínimo con un lleno rápido del silo, con un buen apisonamiento, con rápida exclusión del aire y con un buen sellado del silo. Además, las pérdidas son mínimas, cuando se

usa un forraje de buena calidad, cosechado en su estado adecuado, picado finamente y con humedad óptima o si se corrigen las deficiencias de carbohidratos y se corrige la humedad usando aditivos.

Las pérdidas por putrefacción externa o superficial son mayores en los silos horizontales y en los de montón, por tener mayor superficie externa expuesta, que en los silos de torre. Se pueden reducir las pérdidas al mínimo con un buen sellado del silo. En los silos de torre las pérdidas son de tres a seis por ciento, en los silos bunker y de trinchera de seis a diez por ciento y en los de montón de 10 a 25 por ciento.

Las pérdidas por jugos exprimidos son mayores en los silos de torre que en los horizontales, porque en aquellos, las capas superiores ejercen gran presión sobre el forraje de las capas inferiores, produciendo expresión de líquidos que arrastran gran cantidad de nutrientes. Esto se puede evitar, usando la humedad adecuada del forraje o usando aditivos que absorban humedad. En los silos horizontales estas pérdidas son insignificantes, pero en los de torre varían de 0 a 14 por ciento.

Cómo preparar un buen ensilaje (resumen).

En la práctica es posible obtener ensilaje de muy buena calidad, de alta digestibilidad y de buena aceptación por el ganado, reduciendo las pérdidas a un mínimo, si se aplican los siguientes puntos de especial importancia.

1. Buen Material:

Forraje de abundante hoja.

Forraje en estado óptimo, rico en azúcares, almidones y proteínas.

Forraje en estado de óptima humedad para el tipo de silo usado.

2. Silo adecuado, bien construido (torre, bunker, trinchera)

Cierre hermético.

Provisto de techo.

Impermeable.

Facilidad de llenado rápido, apisonado fuerte.

3. Proceso de ensilado.

Corte y transporte rápido del forraje del campo a los silos.

Nivelado rápido de cada carga.
Apisonado y compactación inmediata y bien hecha.
Llenado rápido del silo (máximo en tres o cuatro días).
Tapado y sellado hermético.

4. Organización del trabajo.

Lo más rápido posible.
Sincronización y organización del trabajo para mayor eficiencia.

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ENSILADO

La calidad del ensilaje se evalúa por su apariencia, olor, características físico-químicas, valor nutritivo, aceptabilidad y productividad de los animales que lo consumen.

Las características generales en un buen ensilaje son:

1. Olor y sabor agradable.
2. Ausencia de olor pútrido (ácido butírico) o de olor avinagrado o a frutas podridas.
3. Ausencia de hongos (manchas blancas).
4. Sin consistencia mucilaginosa que indica desintegración de proteínas.
5. Un pH menor de 4,2.
6. Nitrógeno amoniacal inferior al tres por ciento de la materia seca
7. Humedad de 69 a 71 por ciento (excelente calidad). El ensilaje de mala calidad tiene más de 79 por ciento o menos de 61 por ciento de humedad. El ensilaje bueno varía de 73 a 75 por ciento o de 75 a 67 por ciento de humedad.
8. De color natural del forraje o verde ligeramente amarillento.

El ensilaje de mala calidad es de color pardo, pardo oscuro o casi negro, con manchas de moho, de mal olor, picante o fecaloide, de aspecto mucilaginoso y poco palatable. Este ensilaje puede ser consumido por el ganado en menor cantidad pero es de muy bajo valor nutritivo.

Comparación de diferentes tipos de silos.

Ventajas:

Silos de torre.

1. Se requiere área reducida para construcción.
2. Se adapta para descarga mecánica.
3. Se puede localizar en cualquier sitio.
4. Más protección contra lluvia.
5. Se obtiene mejor compactación.
6. Menos pérdidas superficiales.

Silos bunker-trinchera-montón ..

1. Costo inicial bajo.
2. Se adapta para descarga mecánica.
3. Se adapta para autoalimentación.
4. Menos maquinaria para llenarlo.
5. Reducidas pérdidas por flúidos exprimidos.

Desventajas:

Silos de torre

1. Aumenta pérdidas por flúidos exprimidos, debido a la gran presión vertical
2. Alto costo inicial.
3. Requiere elevador para llenarlo.
4. Difícil la autoalimentación.

Silos bunker-trinchera-montón

1. Gran área superficial expuesta a las condiciones ambientales.
2. Gran práctica para llenarlo.
3. La expulsión del aire depende de la distribución del forraje de la compactación y del sellado.

El ensilaje como alimento.

El ensilaje como alimento depende de su composición química, de su digestibilidad y de la cantidad consumido por el animal.

El contenido de elementos nutritivos depende de la naturaleza de la cosecha ensilada. Con el ensilaje no hay mejoramiento de la calidad del forraje, pero se conserva por muchos meses la calidad original del forraje, si el ensilaje ha sido bien hecho. La digestibilidad del ensi-

laje puede ser ligeramente menor que la del material o forraje verde usado. La digestibilidad de la proteína puede disminuir especialmente cuando ocurre sobrecalentamiento en el silo. Por lo demás, los ácidos producidos por las bacterias a expensas de los carbohidratos no producen cambios notables en el contenido total de los elementos nutritivos.

Aceptabilidad.

La aceptabilidad y palatabilidad del ensilaje dependen de la calidad del forraje cosechado. Si éste fue cosechado temprano, el ensilaje tendrá más aceptabilidad que el ensilaje de forraje cosechado más tarde.

La suplementación de pasto seco o verde estimula el mayor consumo de ensilaje, especialmente cuando este último es de baja calidad y está muy húmedo. La aceptabilidad del ensilaje, disminuye cuando está contaminado con hongos, cuando tiene un alto porcentaje de ácido butírico y de amoníaco y cuando la humedad es muy alta. El uso de preservativos químicos mejora únicamente la aceptabilidad del ensilaje.

Cantidad de ensilaje suministrado.

Como ya lo mencionamos, la cantidad de materia seca y de elementos nutritivos en el ensilaje influyen su consumo. El ensilaje de buena calidad es más consumido por el ganado. La humedad influye sobre el consumo de materia seca, porque si el ensilaje está demasiado húmedo, la proporción de materia seca ingerida será menor.

El ganado lechero puede consumir entre 23 a 68 kilogramos de ensilaje por día. La cantidad consumida depende del tamaño del animal, del contenido de nutrientes del ensilaje, de la aceptabilidad o palatabilidad, de la digestibilidad, de la cantidad de pasto verde o seco consumido y de la producción de leche. Es necesario tener en cuenta estos factores para balancear, con suplementación de concentrados, los requerimientos del animal para su crecimiento, para su producción de leche o carne y para su mantenimiento y gestación.

Generalmente se acostumbra dar de 25 a 40 kilogramos de ensilaje a animales mantenidos en pastoreo o suplementados con forraje verde o seco. Se puede mantener el ganado exclusivamente bajo alimentación a base de ensilaje, sin ningún problema, pero es más aconsejable suplementar con forraje verde o seco y balancear la ración con concentrados de acuerdo a los requerimientos del animal.

Para alimentación del ganado lechero a base de ensilaje se aconseja leer el capítulo sobre este tema.