

2.4. Ensilado

- El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico.
- El proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados.
- Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros.

- El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas.
- El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos.

- El ensilaje se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias.
- Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético.
- Al generarse estos ácidos el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.
- El proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas



Fase 1 - Fase Aeróbica.

- Esta fase dura pocas horas.
- El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias.
- Además, hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).



Fase 2. Fase de Fermentación.

- Se inicia al producirse un ambiente anaerobio.
- Puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje.
- Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante.
- Debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.



Fase 2. Fase de Fermentación.

- Las bacterias que producen ácido láctico (BAC) pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales.
- Los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus y Streptococcus.
- La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50 °C, con un óptimo entre 25° y 40 °C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje.



Fase 2. Fase de Fermentación.

- Todos los miembros del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaerobia.
- Las características del cultivo como contenido de azúcares, contenido de materia seca y composición de los azúcares, combinados con las propiedades del grupo BAC, así como su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica y el uso del substrato influirán sobre la capacidad de competencia de la flora BAC con las enterobacterias durante la fermentación del ensilaje.



Fase 3. Fase Estable

- La mayoría de los microorganismos de la fase 2 lentamente reducen su presencia.
- Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas.
- Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.
- Si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios.



Fase 3. Fase Estable

- Algunas bacterias indeseables en la fase 3 son las bacterias acidófilas, ácido tolerantes y aerobias.
- Por ejemplo *Acetobacter* spp. es perniciosa en el ensilaje porque puede iniciar una deterioración aeróbica, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO₂ y agua.
- El género *Clostridium* es anaerobio, forma endosporas y puede fermentar carbohidratos y proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje, crea problemas al producir aminas biogénicas.
- La presencia de *Clostridium* en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; además puede contaminar la leche.



Fase 4. Fase de Deterioro Aerobio

- Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros).
- El período de deterioro puede dividirse en dos etapas.
- La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético.
- Esto aumenta el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, los bacilos.
- La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias.

Fase 4. Fase de Deterioro Aerobio

- Los mohos son organismos aerobios cuya presencia en el ensilaje se detecta por la aparición de filamentos de diversos colores, de acuerdo a las especies presentes.
- Se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive trazas.
- En un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante la fase del deterioro aerobio todo el ensilaje puede ser invadido por mohos.
- Las especies que se presentan frecuentemente pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrinium*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma*.
- Los mohos disminuyen el valor nutritivo, la palatabilidad del ensilaje y son un riesgo para la salud de los animales y las personas.



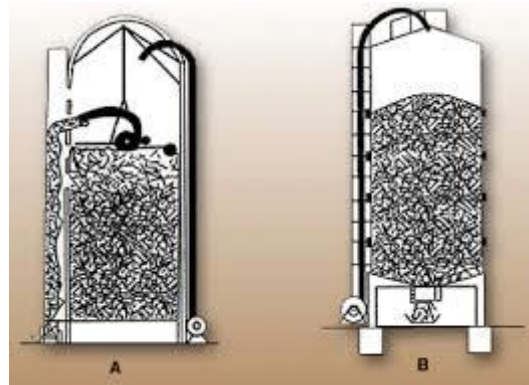
Clases de silo o almacenaje

- El ensilaje es guardado en una estructura llamada silo. La capacidad del silo se determina de acuerdo a las necesidades (el tamaño de la manada y número de raciones). Varios tipos de silo se pueden usar para almacenar el ensilaje como:
 - Silo en montón: Es una pila cubierta y sellada con plástico y luego con tierra u otros materiales.
 - Silo en trinchera o zanja: Es una zanja cubierta con plástico y luego con una capa de tierra, debe tener canaleta para el escurrimiento de agua lluvia. Sus dimensiones se calculan para establecer una profundidad que garantice una exposición mínima del forraje ensilado al aire.
 - Silo en torres: Torres de almacenamiento con zonas independientes de llenado y descarga.
 - Silo canadiense: Es una combinación del silo de montón y de trinchera. Se hace la pila y se cubre con plástico y tierra, y se sella lateralmente con barro.

Silo de trinchera con aditivo.



Silo en torres





Silo en bolsas





Silo en botes



- Se pueden emplear diferentes aditivos para acelerar el proceso como melaza, pulpa de cítricos y maíz triturado.
- Estos proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria utiliza para producir ácido láctico.
- Si el forraje ensilado posee niveles de humedad superiores al 70%, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sean suficientes para realizar el proceso.

- Ensilajes de maíz y de sorgo contienen suficiente cantidad de azúcares solubles y normalmente no requieren aditivos.
- Los forrajes que contienen pocos azúcares solubles para fermentar o un bajo contenido de materia seca no producen un ensilaje de buena calidad; por lo tanto, para inducir una buena fermentación es preciso aumentar el contenido de azúcares, ya sea agregándolos directamente (p. ej. usando melaza) o introduciendo enzimas que puedan liberar otro tipo de azúcares presentes en el forraje.