

Ensilado: guardar pasto y plantas en un lugar cerrado para que unos microbios buenos las conviertan en comida más rica y duradera para los animales.

"Muy dentro del silo, unos microbios amables trabajaban en equipo, convirtiendo las plantas en un delicioso banquete para los animales de la granja."



Guo Xusheng¹, Neha Sheoran¹, Xu Dongmei¹

¹ School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou.

² Probiotics and Biological Feed Research Center, Lanzhou University, Lanzhou 730000, PR China

El Ensilado

Una historia sobre cómo se guarda la comida para los animales

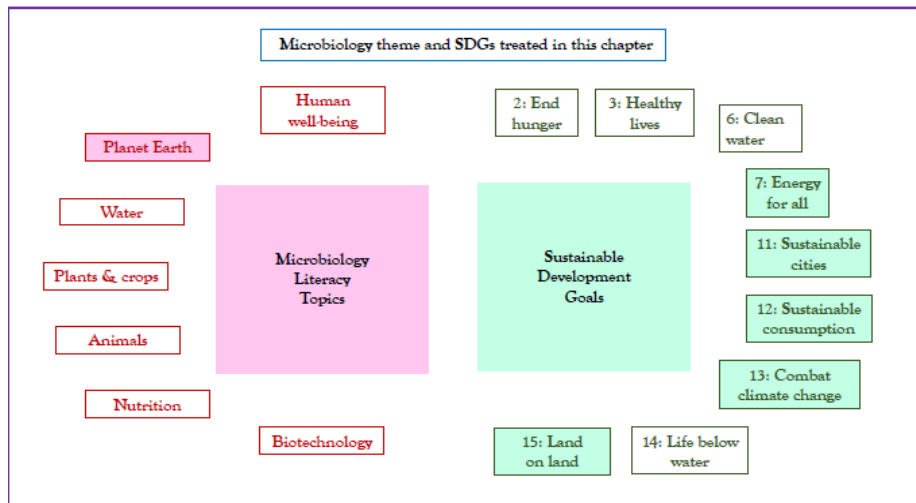
El **ensilado** es una forma especial de guardar el pasto y otras plantas para que los animales de la granja tengan comida rica y saludable durante todo el año. ¡Es como tener una súper despensa para las vacas, ovejas y caballos!

El **ensilado** es un proceso que se utiliza para conservar y mejorar la calidad del forraje animal. Este consiste en fermentar cultivos forrajeros y pastos, como la alfalfa, en un ambiente hermético después de picarlos y compactarlos cuidadosamente. Durante el proceso de fermentación, los microorganismos amables descomponen el material vegetal, lo que facilita su digestión por parte de los animales y ayuda a conservar los nutrientes vitales. Este proceso da lugar al **ensilado**, una forma de alimento animal bien conservado que puede almacenarse durante largos periodos; asegurando así una provisión estable de sustento para el ganado, especialmente en tiempos de escasez de alimento o condiciones climáticas adversas.

El ensilado es beneficioso en regiones que tienen inviernos prolongados o estaciones secas, cuando el pasto fresco es escaso o inexistente. Esto permite a los agricultores conservar grandes cantidades de alimento de alta calidad, reduciendo así el deterioro. Sin embargo, el proceso también presenta algunas preocupaciones medioambientales. La fermentación de los cultivos mencionados puede generar **metano**, un gas de efecto invernadero que desempeña un papel crucial en el cambio climático.

A pesar de los desafíos, el ensilado es mucho más ecológico que transportar alimento fresco o depender de forraje a base de granos, lo cual requeriría recursos sustanciales. La investigación actual se ha enfocado en reducir las emisiones de metano y mejorar las técnicas de fermentación durante todo el proceso de ensilado. Este enfoque apoya la **seguridad alimentaria**, la **agricultura sostenible** y el **uso eficiente de los recursos**.

The Microbiology and Societal Context



La Microbiología: Investigación del alimento y calidad de la fermentación. En el contexto del ensilado tenemos que considerar la fermentación láctica; que es una sucesión de microorganismos que facilitan la producción de ácido láctico para conservar el alimento. Se trabaja para que la Fermentación sea eficiente y disminuya emisión de gases de efecto invernadero como el metano. El ensilado proporciona a los agricultores con recursos limitados acceso a materiales, herramientas y conocimientos necesarios para prácticas de ensilado eficaces.

¿Cómo funciona este proceso mágico?

Imagina que tienes tus snacks favoritos y no quieres que se echen a perder. El ensilado es como poner esos snacks en un refrigerador mágico que los mantiene frescos durante mucho tiempo. Así es como lo hacen:

1. **Cosecha:** Los granjeros recogen el pasto cuando está fresco y lleno de nutrientes.
2. **Picado:** Cortan el pasto en pedacitos pequeños, como si fuera una ensalada.
3. **Empaque:** Guardan todo en un lugar especial llamado **silo** o **búnker**, que no deja pasar el aire, como una bolsa Ziploc gigante.
4. **Fermentación:** Unas bacterias buenas (conocidas como bacterias del ácido láctico) se alimentan de los azúcares de las plantas y producen ácido láctico, que conserva el alimento.
5. **Almacenamiento:** El alimento se queda allí por un tiempo para que las bacterias hagan su trabajo.
6. **Listo para comer:** Al final, tenemos un alimento delicioso y súper nutritivo para los animales.

¿Por qué es importante el ensilado?

Durante el invierno o cuando hay sequía, el pasto fresco escasea . Pero con ensilado, los granjeros pueden asegurarse de que sus animales coman bien todo el año.

Además, las bacterias lácticas ayudan a que el alimento no se arruine, bajando el pH (que es como hacer el ambiente un poquito ácido para que los microbios malos no crezcan).



Aditivos mágicos que ayudan a los microbios

Para hacer un buen ensilado, se necesita un lugar sin oxígeno. A veces, los granjeros también usan "aditivos" que ayudan a que el proceso sea aún mejor:

1. **Inoculantes:** Añaden “más” bacterias buenas para que la fermentación sea más rápida.

2. **Ácidos:** Como el ácido fórmico, que baja el pH rápidamente para evitar la proliferación de los microbios malos.
3. **Enzimas:** Rompen partes duras de las plantas en azúcares fáciles de fermentar.
4. **Nutrientes:** Como melaza o urea, que ayudan a mejorar el valor nutritivo del alimento.
5. **Absorbentes.** Son materiales como paja seca o cáscaras de maíz molidas. Se usan para porque si hay demasiada humedad, la comida puede echarse a perder.

Aditivos del Ensilado: ¿Para qué sirven?

Aditivo	¿Qué hace?	¿Por qué es bueno?
Bacterias del ácido láctico	Aceleran la fermentación	Mejoran la conservación y hacen el alimento más nutritivo.
Enzimas	Rompen las fibras de las plantas	Ayudan a que los animales digieran mejor y obtengan más nutrientes.
Ácidos y sales ácidas	Conservan el alimento durante el almacenamiento	Evitan que se eche a perder y hacen que dure más.
Inoculantes	Controlan el crecimiento microbiano	Ayudan a que no se arruine cuando se abre y entra aire.

El Ensilado en la Agricultura Sostenible

1. **Guardar comida para más adelante:** Los granjeros a veces tienen más pastos de los que necesitan. En vez de que se desperdicien, los ensilan para usarlos más adelante, como en los meses secos. ¡Así nada se pierde!
2. **Los granjeros se vuelven más autosuficientes:** Usan sus propios cultivos para alimentar a sus animales. No tienen que comprar alimentos caros de otros lugares, lo cual les ahorra dinero y les da más seguridad.
3. **Menos contaminación del aire:** Si los granjeros usan al usar su propio ensilado se ahorran traer comida de lejos, lo que **reduce el uso de camiones y combustibles**. Además, al realizar el ensilado en la granja se usa **menos energía** que fabricar alimento industrial. También se pueden usar partes que normalmente se tirarían, como tallos de maíz o pasto cortado.

Esto también ayuda al suelo: al cambiar los cultivos (rotación de cultivos), se mantiene la **tierra saludable**, se **evita que se desgaste** y se **cuida la naturaleza**. ¡Eso es bueno para todos!

Factores que afectan la calidad del ensilado

Factor	Cómo afecta a la calidad
Contenido de humedad	Si hay mucha agua: se puede dañar. Si hay poca: no fermenta bien.
Temperatura de almacenamiento	Si hace mucho calor, pueden crecer microbios malos.

Factor	Cómo afecta a la calidad
Tipo de cultivo	Algunos fermentan más rápido o tienen más nutrientes que otros.
Aditivos (inoculantes, enzimas)	Ayudan a fermentar más rápido y mejoran el valor nutritivo.
Monitoreo (por ejemplo, pH)	Detecta problemas temprano y evita que el alimento se eche a perder.

Avances tecnológicos en el ensilado: haciéndolo más preciso y eficiente

La agricultura de precisión implica el uso de herramientas avanzadas y análisis de datos para aumentar la producción de ensilado. Hoy en día, los agricultores utilizan mapeo con GPS, drones y sensores para monitorear la salud de los cultivos y determinar el mejor momento para la cosecha. También pueden verificar el contenido correcto de nutrientes y niveles de humedad.

Un agricultor puede usar tractores guiados por GPS para esparcir uniformemente los cultivos cosechados en los silos, así se aseguran que el empaquetado sea uniforme y reduciendo los espacios de aire, lo que puede causar deterioro. Otro equipo de monitoreo avanzado podría ser sensores de temperatura que rastrean el calor dentro del silo para detectar posibles daños. Los sensores ayudan a los agricultores a identificar y resolver problemas como el sobrecalentamiento antes de que ocurra el deterioro.

La agricultura de precisión y los inoculantes específicos reducen el desperdicio de recursos, disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoran el impacto ambiental de la producción de ensilado.

Posibles temas para interacción y discusión estudiantil:

1. ¿Cómo pueden las herramientas de agricultura de precisión mejorar la producción de ensilado?
2. ¿Por qué es importante desarrollar nuevos inoculantes y enzimas para el ensilado?
3. ¿Cómo contribuyen las técnicas avanzadas de ensilado a la seguridad alimentaria mundial?
4. ¿Cómo podría cambiar el trabajo de los agricultores al usar drones para monitorear cultivos?
5. ¿Qué beneficios crees que tiene usar sensores que miden la humedad del suelo y la salud de los cultivos para el ensilado?
6. ¿Cómo podría afectar a la producción de alimentos en todo el mundo la mejora de la fermentación con enzimas e inoculantes?
7. ¿Qué papel crees que juegan los microorganismos en la calidad de los alimentos que comemos, más allá del ensilado?
8. ¿Cómo podría influir el tener alimento estable para el ganado en el precio global de los alimentos?
9. ¿Cuáles son los desafíos para asegurar suficiente comida para todos y cómo podrían ayudar las técnicas de ensilado a resolverlos?

10. ¿Cómo crees que las técnicas agrícolas avanzadas como el ensilado pueden ayudar a reducir el hambre en países en desarrollo?



Actividades para participación de los alumnos

1. Análisis de un caso de estudio

- **Actividad:** Dividir a los estudiantes en grupos y asignar a cada grupo un estudio de un caso en una granja que usa técnicas avanzadas de ensilado (por ejemplo, agricultura de precisión o nuevos aditivos).
- **Tarea:** Identificar los desafíos, las técnicas utilizadas y los resultados. Luego, presentar sus conclusiones a la clase.
- **Objetivo:** Fomentar el pensamiento crítico sobre cómo se aplican estas técnicas en el mundo real y su relación con la seguridad alimentaria.

2. Juego de roles como agricultores e investigadores

- **Actividad:** Crear un escenario donde los alumnos asumen papeles de agricultores, investigadores y asesores en políticas agrícolas.
- **Escenario:** Presentar una propuesta para introducir técnicas de ensilado avanzado en una comunidad agrícola. Deben hablar sobre beneficios (salud animal, menos desperdicio) y desafíos (costos, capacitación).
- **Objetivo:** Desarrollar habilidades de comunicación y comprensión de los aspectos económicos, sociales y ambientales del ensilado.

3. Discusión de grupo sobre agricultura sostenible y seguridad alimentaria

- **Actividad:** Organizar un debate en clase.
 - Un grupo defiende que prácticas sostenibles como el ensilado son esenciales para alimentar al mundo.
 - El otro grupo discute las limitaciones, como los costos o el acceso en países en desarrollo.
- **Objetivo:** Ayudar a los estudiantes a entender distintos puntos de vista y reflexionar sobre los retos globales de la seguridad alimentaria.

4. Crear un plan de producción de ensilado

- **Actividad:** Los estudiantes diseñarán un plan de ensilado para una granja hipotética. Deben decidir:
 - Qué cultivos ensilarán.
 - Qué tecnología usarán (sensores, maquinaria con GPS).
 - Qué aditivos usarán (enzimas, inoculantes).
- **Objetivo:** Reforzar conceptos sobre el manejo de recursos y el uso de tecnología en la agricultura.

5. Proyecto de investigación sobre seguridad alimentaria global

- **Actividad:** Asignar una investigación sobre cómo las prácticas agrícolas sostenibles, como por ejemplo el ensilado pueden ayudar a combatir el hambre. Investigar ejemplos de distintas regiones.
- **Objetivo:** Desarrollar habilidades de investigación y ampliar la comprensión de los sistemas alimentarios globales.

Lecturas recomendadas

Microbiología del ensilado

- Muck, R. E. (2010). "Silage fermentation." *Journal of Dairy Science*, 93(5), 1320-1334.
- Weinberg, Z. G., & Muck, R. E. (1996). "New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage." *FEMS Microbiology Reviews*, 19(1), 53- 68.
- Wilkinson, J. M., & Davies, D. R. (2012). "The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments." *Grass and Forage Science*, 68(1), 1-19.

2. Prácticas sostenibles

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): *Manual de elaboración de ensilado para pequeños agricultores*.
- Estudios de caso sobre la adopción del ensilado en países en desarrollo para mejorar la productividad ganadera.
- L. A. L. M. D. S. Borges, M. R. C. Leal, et al. (2019). *"Sustainable Silage. Management"* Agriculture, Ecosystems & Environment.
- R. J. Muck, R. E. M. Powell (2020). *"Improving silage quality and environmental impact using precision agriculture."* Environmental Sciences and Technology.
- K. B. Boehm, T. L. Russell (2018). *"Carbon footprint through improved silage production Techniques: a Global perspective."* Global Change Biology.

3. Avances técnicos en el ensilado

A. P. Hegarty, J. E. Muck (2020). "High-Tech Innovations in Silage Production: From Additives to Automation".Agricultural Systems.

Lecturas adicionales:

1. Libros:

- **"Forage Quality, Evaluation, and Utilization"** por L. E. Moser et al.
Perspectivas completas sobre la calidad del forraje, incluyendo el ensilado.
- **"Silage Science and Technology"** por Robert E. Muck et al.
Cubre técnicas avanzadas de producción de ensilado e innovaciones.
- **"The Science of Silage Making"** por J. E. Bale.
Una introducción amigable para principiantes sobre el ensilado y sus beneficios para los agricultores.

2. Recursos en línea:

- **Extensión Cooperativa de Cornell** (<http://cals.cornell.edu/>): Artículos y guías sobre manejo de cultivos forrajeros y producción de ensilado.
- **eXtension** (<https://extension.org/>): Recursos sobre calidad del ensilado, almacenamiento y aditivos.
- **Recursos de Ensilado de la FAO** (www.fao.org): Materiales completos sobre ensilado para sistemas agrícolas globales.

Material Didáctico

1. Sitios web interactivos y simulaciones:

- **AgExplorer** (<https://www.agexplorer.com>): Herramientas interactivas y módulos sobre prácticas agrícolas, incluyendo el ensilado.
- **Simulaciones Phet** (<https://phet.colorado.edu>): Se pueden adaptar para simular fermentación y monitoreo de pH en el ensilado.

2. Videos:

a. Canales de YouTube:

- **"RealAgriculture"** – Videos sobre técnicas e innovaciones en la elaboración de ensilado.
- **"National Geographic Education"** – Explica procesos de fermentación.

b. Videos específicos:

- **"The Science of Silage"**: Documental que cubre la microbiología de la producción de ensilado.
- **"How to Make Silage"**: Tutoriales sobre almacenamiento de ensilado y uso de aditivos.

3. Aplicaciones y herramientas:

- **Calculadora de calidad de ensilado**: Aplicaciones que permiten ingresar parámetros como contenido de humedad y pH para estimar la calidad del ensilado.
- **Plataformas de agricultura de precisión**: Herramientas como *Climate FieldView* que proporcionan datos en tiempo real sobre salud de cultivos y condiciones de cosecha.

Glosario:

- **Aditivos**: Sustancias añadidas al ensilado (p. ej., inoculantes, conservantes, enzimas) para mejorar la fermentación, prevenir el deterioro o aumentar la calidad nutricional.
- **Aeróbico**: Condición en la que hay oxígeno presente. En el ensilado, la exposición al oxígeno después de la fermentación puede causar deterioro por microorganismos aeróbicos.
- **Bacterias del ácido láctico (BAL)**: Microorganismos principales responsables de fermentar el ensilado. Estas bacterias convierten los azúcares de los cultivos en ácido láctico, lo que baja el pH y previene el deterioro.
- **Huella de carbono**: Cantidad total de gases de efecto invernadero emitidos debido a actividades humanas, medida en equivalentes de CO₂. Las prácticas de ensilado pueden influir en esta huella, al reducir la necesidad de alimento importado y minimizar residuos.
- **Enzimas**: Proteínas que catalizan reacciones bioquímicas, como la descomposición de paredes celulares vegetales para liberar azúcares para la fermentación. Los aditivos enzimáticos mejoran la fermentación y la disponibilidad de nutrientes.

- **Fermentación:** Proceso bioquímico en el cual microorganismos como las BAL descomponen los azúcares del cultivo en ácido láctico, preservando el ensilado y reduciendo su pH.
- **Forraje:** Vegetación consumida por el ganado, como pastos, leguminosas y ensilado, que proporciona nutrición.
- **Emisiones de gases de efecto invernadero:** Gases como el metano y el dióxido de carbono que contribuyen al cambio climático. La producción de ensilado puede influir en estas emisiones, especialmente en transporte y almacenamiento.
- **Tractores guiados por GPS:** Tractores con tecnología GPS para optimizar el manejo del campo, como distribuir los cultivos cosechados de manera uniforme y eficiente durante el ensilado.
- **Inoculantes:** Aditivos microbianos (a menudo cepas de BAL) añadidos al ensilado para acelerar la fermentación y mejorar su calidad.
- **Fermentación microbiana:** Proceso por el cual los microorganismos descomponen azúcares en compuestos más simples (como el ácido láctico) bajo condiciones anaeróbicas, para conservar el alimento y aumentar su valor nutricional.
- **Conservación de nutrientes:** Proceso de mantener el contenido nutricional del ensilado, incluyendo proteínas, carbohidratos y vitaminas, durante la fermentación y el almacenamiento.
- **pH:** Medida de acidez. La fermentación del ensilado reduce el pH del alimento, volviéndolo ácido y previniendo el deterioro por microorganismos indeseables.
- **Agricultura de precisión:** Uso de tecnologías avanzadas como GPS, drones y sensores para monitorear y gestionar la producción de cultivos, mejorando la eficiencia y sostenibilidad en la producción de ensilado.
- **Ensilado:** Cultivos forrajeros fermentados y almacenados en condiciones herméticas para proporcionar alimento de alta calidad y estabilidad al ganado. Se puede hacer de maíz, pastos y leguminosas.
- **Sensores de temperatura:** Dispositivos utilizados para monitorear la temperatura del ensilado durante la fermentación. El control de temperatura es crucial para asegurar condiciones adecuadas para el crecimiento microbiano y prevenir el deterioro.