Manual de Silo

SEMBRANDO
EL FUTURO
DESDE 1856

KWS

ÍNDICE

1 ENSILAJE DE CALIDAD

1.1 Elegir el híbrido adecuado.
1.2 La elección para la cría de animales.
1.3 Calidad, pero también digestibilidad.
1.4 Contexto ambiental.
1.5 Técnica de cultivo.
1.6 Siembra variable.
1.7 Fertilización.
1.8 Riego.
1.9 Gestión y rotación eficientes.

2 COSECHA

2.1 El momento ideal.
2.2 Potencial de producción.
2.3 Composición de la planta.
2.4 Digestibilidad.
2.5 Rotura de los granos y longitud del material picado.
2.6 Suciedad en el forraje.

3 ADITIVOS PARA ENSILAJE

3.1 Aditivos a base de ácido propiónico.
3.2 Problemas durante el consumo.
3.3 Control de la degradación aeróbica por fermentación.
3.4 Evita el deterioro del forraje.
3.5 Indice de ensilabilidad KWS.

4 ZANJA DE SILO PERFECTA

4.1 Carga y compactación.
4.2 Revestimiento.
4.3 Cargas.

5 VIDA DENTRO DE TU ZANJA

5.1 Parámetros calidad ensilaje.
5.2 Papel de la microflora durante el ensilado.
5.3 Bacterias del ácido láctico.
5.4 Calidad de fermentación y pérdidas de materia seca.
5.5 Otros microorganismos.

6 ALIMENTO EFICAZ PARA TU GANADO

6.1 Sistema digestivo en rumiantes.
6.2 Descomposición en el rumen.
6.3 Carbohidratos en el rumen.
6.4 Proteinas en el rumen.
6.5 Nutrientes en vacas lactantes.
6.6 Necesidad de energía.
6.7 Necesidades proteicas.
6.8 Asimilación del forraje.
6.9 Forraje no digerido.
6.10 Ensilaje en la alimentación.

7 HARINA DE MAÍZ PARA ALIMENTACIÓN

7.1 Manejo de la harina de maíz.
7.2 El grano y la harina de maíz.
7.3 Harina vs harina de maíz para ganado.
7.4 Harina vs harina de maíz para cerdos.
7.5 Micotoxinas.

156 años

Historia de mejora genética

Desde hace más de 165 años, KWS es sinónimo de tradición, contacto con la tierra y programas de cría exitosos, pero también de cosmopolitismo y crecimiento internacional.

Nuestra historia comienza en 1856, en Klein Wanzleben, en la llanura de Magdeburgo, en Alemania, donde el agricultor Matthias Christian Rabbethge sentó las bases de una empresa familiar, todavía hoy estrechamente ligada a la agricultura. Gracias a una eficaz comercialización y difusión de las semillas de remolacha azucarera, KWS se estableció a principios del siglo XX como líder mundial en el sector de la remolacha. Posteriormente, su interés se amplió hacia los cultivos forrajeros donde, en 1955, comenzó a operar en el sector de las semillas de maíz y el cultivo de plantas oleaginosas.

Con el objetivo de ampliar cada vez más su catálogo de productos, KWS realizó en 2019 una importante inversión estratégica entrando en el mercado hortícola gracias a la adquisición de la empresa especialista en semillas de hortalizas Pop Vriend Seeds.

Con el tiempo, KWS ha seguido renovándose, ampliando su línea de productos y su presencia en Europa, Norteamérica, Sudamérica y Oriente Medio, convirtiéndose en uno de los actores más importantes del mercado de semillas con oficinas en más de 70 países en todo el mundo. mundo. El objetivo es proporcionar productos aptos para todo tipo de agricultura, tanto convencional como ecológica.

Con visión de futuro, en KWS forjamos un futuro sostenible, permaneciendo cerca de generaciones de agricultores y actuando como un socio fiable para todos nuestros clientes, sin dejar de ser independiente como empresa familiar. Estamos comprometidos a desarrollar soluciones innovadoras para la agricultura, con el objetivo de garantizar rendimientos seguros y apoyar el crecimiento. Como empresa familiar, actuamos con transparencia y fiabilidad. Nuestra fuerza es nuestro espíritu de equipo, alimentado por el respeto y la interacción directa con los agricultores con los que cultivamos juntos, combinado con nuestra independencia que nos guía a operar con prudencia, fomentando la libertad de elección y la iniciativa empresarial entre los empleados, manteniendo siempre su pasión por la agricultura.

Como empresa especializada en mejoramiento y producción de semillas, KWS desempeña un papel clave en la agricultura sostenible al desarrollar variedades resistentes y respetuosas con el medio ambiente, ayudar a reducir el uso de agua y productos químicos, apoyar con orgullo la cadena alimentaria mundial y la sostenibilidad, y promover la biodiversidad.

Creemos en la investigación y el desarrollo en Europa, destinando el 19% de los ingresos a estas áreas e implicando a más de 2.100 colaboradores en todo el mundo.

La estación italiana de investigación y desarrollo con sede en Monselice (Padua) representa el mayor centro de investigación de Europa para el maíz y la remolacha azucarera. Los estudios también se han ampliado al centeno, el

Figura 1: KWS: empresa líder en ensilaje de maíz, primera en Europa desde hace años. Fuente: KWS

girasol, el sorgo y la colza, lo que garantiza que la investigación del KWS esté en constante evolución. Actualmente esta estación de investigación desarrolla anualmente nuevas líneas parentales de maíz, garantizando altos estándares de calidad y mejorando tanto el desempeño productivo como la resistencia a los desafíos ambientales para toda Europa.

KWS en España cuenta con una sede central en Zaratán (Valladolid), desde donde se coordinan las actividades comerciales. Dispone además de una estación en Aguilar de Campoo (Palencia) dedicada a la multiplicación y ensayos de semillas, y otra en Almería, especializada en el mejoramiento de variedades hortícolas, lo que asegura una presencia estratégica en distintas zonas agrícolas del país.

Ensilado de calidad

LA MEJOR OPCIÓN PARA TU CAMPO

1

El mundo del maíz ofrece una amplia variedad de híbridos, cada uno con características genéticas específicas y adecuados para diferentes climas y necesidades agrícolas. En este manual hablaremos de maíz picado o en grano, para alta producción, con clases de maduración (FAO) que van desde híbridos muy tempranos hasta híbridos tardíos.

Elegir el híbrido adecuado

La producción y calidad del maíz picado está estrechamente ligada a la elección del híbrido que mejor se adapta a su situación empresarial. Las características del suelo, la presión de los patógenos y la disponibilidad de agua en momentos críticos del desarrollo, en particular cerca de la floración, pueden influir decisivamente en el rendimiento de los cultivos.

Es muy importante adaptar la elección del híbrido a las necesidades de su negocio. El maíz cosechado demasiado temprano tiene contenidos de almidón muy bajos, mientras que el maíz cosechado tarde con altos porcentajes de materia seca (MS), compromete significativamente la digestibilidad general del componente orgánico causando la lignificación irreversible de las estructuras celulosa y hemicelulosa de la planta.

El éxito del ensilaje de maíz no radica únicamente en centrarse en un grupo FAO especifico. Es cierto que determinados ciclos garantizan una alta producción, pero también requieren las mejores condiciones de cultivo y un período de maduración adecuado. Los últimos años nos han enseñado que se debe utilizar maíz de diferentes grupos de madurez según el período de siembra y las condiciones de cultivo.

KWS ofrece una amplia gama de híbridos que pueden responder plenamente a las necesidades del productor, desde la clase FAO 180 hasta la clase FAO 700.

Para obtener ensilaje de maíz de alta calidad, los factores determinantes son: la elección del híbrido a utilizar y el contenido de materia seca al momento de la cosecha.

KWS Research lleva muchos años trabajando en programas específicos con el objetivo de obtener maíces con alto valor energético y competitivo en entornos mediterráneos. Se trata de variedades con alta propensión a producir una elevada cantidad de materia seca en un tiempo relativamente corto. La elección de las variedades que mejor se adaptan al territorio se produce en función de parámetros como:

- Alta producción de masa verde (MV) y materia seca (MS) con alto contenido en azúcares simples, grasas y proteínas.
- Máxima adaptabilidad ambiental.
- Rápido desarrollo inicial.

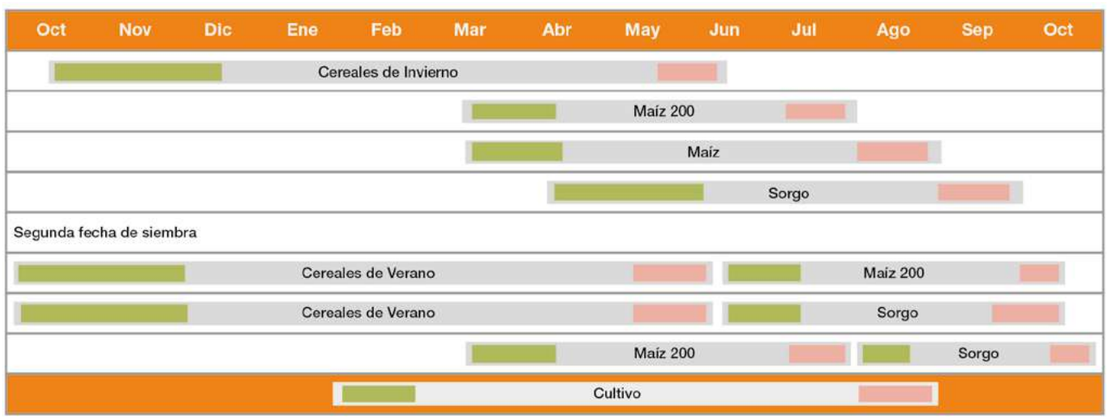


Figura 1: KWS: empresa líder en ensilaje de maíz, primera en Europa desde hace años. Fuente: KWS

Híbridos super precoces

Cuando hablamos de muy temprano nos referimos a híbridos con un ciclo de maduración FAO 200: rápidos en nacimiento y crecimiento, y con tiempos de cosecha aproximadamente 30 días antes que los híbridos tradicionales de maíz. Estas variedades son capaces de proporcionar altos rendimientos en poco tiempo y con menos GDU (grados días útiles) necesarios para alcanzar la floración y la maduración.

Gracias a su ciclo temprano, los híbridos súper precoces son naturalmente sostenibles: requieren menos aportes de agua y menos uso de fertilizantes nitrogenados. Además, permiten ahorrar en tratamientos insecticidas ya que, en siembras tempranas, la floración transcurre en periodos de baja presión de insectos.

Los híbridos precoces son aptos para múltiples usos: desde su uso para cereales, como para ensilaje. El grano semivítreo se puede utilizar tanto en la cadena de suministro de alimentos humanos como en la cadena de suministro de piensos.

Otra ventaja importante es la alta digestibilidad respecto a variedades de clase más alta. En el maíz, la lignina a medida que avanza la etapa de maduración aumenta para sustentar a la planta y en consecuencia disminuye la digestibilidad. Un híbrido clase FAO 200 que permanece menos tiempo en campo, reduce la estratificación de la lignina con mejor degradación y transformación de los demás componentes fibrosos. El resultado es un ensilaje más apetecible, con la consiguiente mejora del bienestar animal o un mejor rendimiento de la planta de biogás. A su vez, es esperable un buen comportamiento sanitario, dado que las fases del cultivo se producen más rápidamente lo que reduce el tiempo de exposición a factores de riesgo.

La elección para la cría de animales.

En el caso específico del mundo ganadero, KWS procura de incluir productos de calidad superior para la producción de leche, combinando rendimiento y calidad, características que garantizan un alto valor económico y alimentario.

Los principales parámetros de calidad a considerar son el almidón y la fibra: el almidón actúa como el principal determinante de la calidad del alimento y el valor nutricional, aumentado aún más por la digestibilidad de la pared celular (dNDF).

Dependiendo de las circunstancias específicas de las explotaciones y de las elecciones de las empresas, KWS ofrece dos tipos de productos:

1._Híbridos con mayor contenido de fibra que tienden a maximizar el rendimiento.

2._Híbridos con mayor contenido de almidón y proteínas que optimizan la energía en la dieta.

En ambos casos la presencia de ambas variables sigue garantizada, obteniendo siempre un rendimiento superior respecto a los híbridos convencionales.

Calidad, pero también digestibilidad.

La agricultura se enfrenta a importantes desafíos globales, incluidas las consecuencias del cambio climático y la protección de la biodiversidad y los recursos naturales.

Las innovaciones en el fitomejoramiento desempeñan y desempeñarán un papel clave para superar estos desafíos. Un catálogo diverso en variedades desarrolladas utilizando métodos de mejoramiento innovadores permite una reducción significativa de los insumos y al mismo tiempo crea rendimientos altos y estables.

Este contexto llevó a KWS a iniciar un importante proyecto de investigación en el campo genético, logrando identificar QTL específicos (del inglés Quantitative Trait Locus) asociados a la digestibilidad. La identificación de estos QTL (regiones de ADN asociadas a un carácter particular) permite a KWS identificar, en etapas muy preliminares del proceso de selección, híbridos con fuertes características relacionadas con la digestibilidad de la fibra.

El proyecto involucró a la Universidad de Bolonia, a través del Departamento de Ciencias Médicas Veterinarias de Dimevet, en la comparación de híbridos tempranos e híbridos QTL (aún experimentales) con variedades comerciales posteriores. Los resultados muestran valores de digestibilidad de fibra más altos en QTL en comparación con los híbridos convencionales de la misma clase FAO. Además, confirmaron cómo los híbridos muy tempranos, gracias al menor tiempo en el campo y la consiguiente lignificación limitada de la cepa, se diferencian claramente de los híbridos tardíos en términos de digestibilidad y calidad de la fibra.

El análisis del excelente ensilaje producido con híbridos KWS. Fuente: KWS

Contexto ambiental

Para identificar los entornos más adecuados para el cultivo del maíz, debemos considerar que todas las zonas con buena disponibilidad de agua son aptas para su cultivo, especialmente donde se pueden organizar intervenciones de riego programadas. En estas condiciones, los suelos que mejor responden son los suelos sueltos y de textura media, fácilmente trabajables y que se calientan rápidamente en primavera y garantizan siempre altos rendimientos.

En zonas secas, con escaso suministro de agua, es mejor limitar el cultivo de maíz a suelos arcillosos, bien estructurados y dotados de buenas reservas de agua y nutrientes. En todas las condiciones en las que el agua es un factor limitante, es posible utilizar otros cultivos como sorgo o cereales de otoño-invierno.

Los ambientes con suelos impermeables donde el agua se estanca fácilmente y donde el suelo se calienta lentamente en primavera no son muy adecuados para el cultivo de maíz. Estas condiciones no garantizan la oxigenación y penetración de las raíces y, en consecuencia, el suministro de agua y nutrientes necesarios para el maíz.

Técnica de cultivo

Las técnicas de ensilado de maíz son similares independientemente de si se utiliza para biogás o para alimentación del ganado. No obstante, hay que tener en cuenta algunas precauciones para aprovechar al máximo su cosecha en función del uso previsto.

La preparación del suelo, fertilización, siembra, deshierbe y protección debería ser la mismas en ambas aplicaciones, mientras que la cosecha se recomienda realizarla con un 32-33% de materia seca para uso zootécnico y un 34-35% para biogás.

Siembra variable

El momento de la siembra influye en la elección del ciclo de madurez del híbrido, y por lo tanto en el potencial de producción final.

El maíz, originalmente un cultivo tropical y amante de los ambientes cálidos, ha sido seleccionado para germinar con temperaturas de suelo medias-bajas (8-10 °C) y, por lo que se adapta bien a la siembra temprana desde mediados de marzo hasta principios de julio, en función de la temperatura media y rotación. Sembrar con temperaturas inferiores a 8°C implica colocar una semilla que permanece latente hasta alcanzar dichas temperaturas, aumentando el riesgo de problemas como daño de insectos o patogenos.

Los factores importantes para la siembra de maíz son una buena preparación de la cama de siembra con una profundidad de siembra uniforme (4-6 cm) y la ausencia de estancamiento de agua.

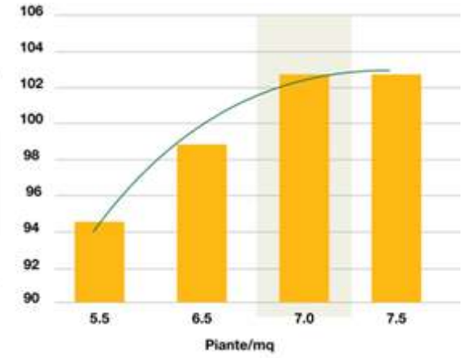
Otro factor de suma importancia para maximizar el rendimiento es la densidad de siembra. Los cultivos agrícolas suelen alcanzar altas densidades de poblaciones por metro cuadrado, donde existe interferencia o competencia siempre que la disponibilidad de recursos es inferior a la capacidad colectiva de las plantas para utilizar estos recursos. Su competencia es principalmente indirecta o pasiva.

Existe una densidad lo suficientemente alta como para permitir un uso eficiente de todos los recursos disponibles, pero no tan alta como para provocar la muerte o esterilidad de algunas plantas. A esta densidad cada planta produce menos de lo que produciría con un espacio ilimitado disponible, pero se maximiza la productividad de la población. Por lo tanto, considerar estas dinámicas es esencial para el éxito del silo.

Siembra variable en el campo KWS. Fuente: KWS

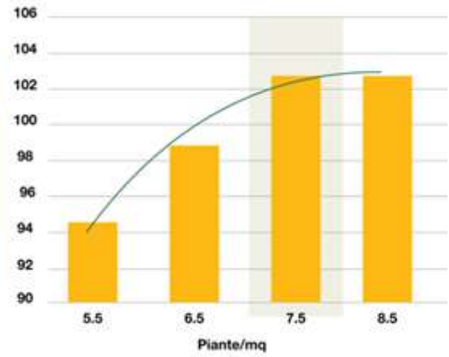
FAO 700 – 600 Densidad de planta: implantacion inicial (planta/m2)

USO	TIPO DE TERRENO			
	Sin riego			Irrigado
	Ligero	Medio	Pesado	
Densidad	5,5-4,5	6,5-7,0	6,5-7,5	7,0-7,5



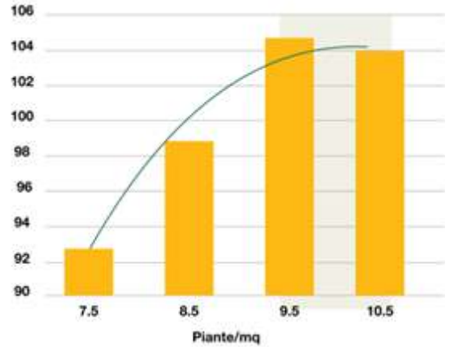
FAO 500 – 400 Densidad de planta: implantacion inicial (planta/m2)

USO	TIPO DE TERRENO			
	Sin riego			Irrigado
	Ligero	Medio	Pesado	
Densidad	6,0-6,5	6,5-7,5	7,0-7,5	7,5-8,5



FAO 200 Densidad de planta: implantacion inicial (planta/m2)

USO	TIPO DE TERRENO			
	Sin riego			Irrigado
	Ligero	Medio	Pesado	
Densidad	7,0-8,0	8,5-9,0	8,5-9,5	9,5-10,0



Hay algunas pautas generales que se pueden seguir. Como se muestra en la tabla 1, las densidades de siembra ideales varían según las características genéticas y precocidad del híbrido, el tipo de suelo y la disponibilidad de agua.

La alta disponibilidad de agua es lo que permite sembrar con la máxima densidad independientemente del tipo de suelo. Con una disponibilidad de agua limitada, se deben reducir las densidades en aquellas tierras con baja capacidad de retención de agua. En general, cuanto más corto sea el tiempo a ciclo, más se podrá incrementar la densidad.

Las ventajas de la siembra variable

Normalmente, el terreno no es homogéneo. Los tipos y propiedades del suelo varían dentro de una parcela. Algunas zonas ofrecen suficiente agua y buenas condiciones de crecimiento, otras menos. Es posible reaccionar ante estas diferencias ajustando la densidad de siembra.

Cuando el suelo se encuentra en buenas condiciones, es importante aprovechar el potencial de producción existente aumentando la densidad de siembra; por el contrario, si las condiciones del suelo son peores, es posible reducir la densidad de siembra y por tanto reducir la competencia entre las plantas de maíz por agua y nutrientes. Es decir, con la siembra variable se puede adaptar la densidad de siembra a las condiciones específicas del suelo.

Fertilización

La fertilización es un elemento importante para el buen desarrollo del cultivo. Cultivos como el maíz requieren importantes suministros de nitrógeno, así como una buena disponibilidad de fósforo y potasio. En consecuencia, conocer las características de su suelo es una prioridad para poder formular un correcto plan de fertilización.

Una fertilización equilibrada mejora la absorción de los distintos nutrientes, acelera el crecimiento de las raíces, aumenta la resistencia de la planta al frío y la velocidad de su desarrollo.

De manera orientativa, el maíz requiere de los siguientes aportes de elementos fertilizantes:

- N: 170-300 Kg/ha parte en presiembra y parte en vegetativo
- P205: 90-150 Kg/ha en presiembra o localizado en la siembra
- K20: 100-200 Kg/ha en presiembra

Requerimientos del cultivo

Cultivo	Absorción total kg t-				Extracción de grano kg t			
	N	P	K	S	N	P	K	S
Maíz	22	4	19	4	15	3	4	1

**Fuente: IPNI*

En determinados casos, el aporte excesivo de nutrientes puede resultar contraproducente, ya que dosis superiores a 250 kg/ha de nitrógeno pueden provocar la acumulación de nitratos en las estructuras vegetativas de la planta, lo que posteriormente puede provocar problemas de salud zootécnica. Los aportes nutricionales derivados de las aguas residuales, el estiércol y los digestatos (excelentes fertilizantes ricos en nitrógeno disponible y muchos otros elementos químicos) suelen ser más que suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo.

En el caso de híbridos super precoces de la clase FAO 200, se recomienda una aplicación de fertilizante a modo de arranque, lo que permite que las plántulas crezcan rápida y uniformemente. Por este motivo, se recomienda encarecidamente el uso de un fertilizante nitrógeno-fósforo, localizado en el momento de la siembra, cuya cantidad rondará los 150-200 kg/ha y las unidades añadidas se descontarán del balance nutricional total.

Riego

El elemento esencial para la realización de procesos físicos, químicos y biológicos en el suelo es el agua. Agente básico de la pedogénesis que determina las características morfológicas del suelo, estimula la evapotranspiración, condiciona la presencia de aire telúrico y el estado térmico del suelo, solubiliza y moviliza los nutrientes en la solución circulante del suelo.

El agua influye en la productividad de las plantas y tiene poder disolvente ya que, en su interior, contiene elementos minerales. Además de competir con la fase gaseosa por ocupar la porosidad del suelo. La disponibilidad del agua está condicionada por múltiples factores dinámicos como la evaporación, percolación, absorción, difusión, aportes de agua naturales y artificiales.

Está claro, por tanto, que el agua es esencial en el mundo agrícola, no está contenida simplemente en el suelo y está sujeta a numerosas dinámicas.

Para los productores de maíz, el agua representa el factor que más influye en la productividad del maíz. De hecho, cada cultivo tiene unas necesidades hídricas diarias, mensuales o totales correspondientes a su evapotranspiración. Las necesidades máximas se producen en las épocas en las que el clima es más cálido y seco, cuando el desarrollo foliar es máximo y durante la floración, donde se alcanza el nivel máximo de consumo unitario diario.

En el caso del maíz, el requerimiento hídrico está entre 500 y 800 mm/ha (1 mm = 20 Kg de grano).

Algunos estudios muestran que la mayor producción de maíz se produce en años en que las precipitaciones están bien distribuidas, particularmente durante el período estival.

Riego de un campo de maíz. Fuente: KWS

Sin embargo, en períodos de sequía, el riego actúa como complemento. Esta técnica ayuda a compensar el desequilibrio entre el agua aportada por las precipitaciones y la evapotranspiración (pérdida del suelo y de las plantas) gracias al suministro artificial de agua a las tierras cultivadas, aunque ni siquiera la mejor técnica de riego iguala la eficacia de la lluvia natural.

Para evaluar las necesidades hídricas del suelo el punto de partida es el análisis de las características climáticas de la región donde se esté produciendo. Entre estos están:

- Valor de la precipitación media basado en datos de varios años.
- Frecuencia de las precipitaciones, particularmente en el período primavera-verano.
- Probabilidad e intensidad de lluvia.
- Presencia de viento que dificulta o inutiliza el riego por aspersión.
- Evapotranspiración, fundamental para establecer la cantidad de agua necesaria.

Capacidad de campo

Para expresar el porcentaje de contenido de agua que el suelo puede retener con cierta facilidad, en equilibrio dinámico con la fuerza de gravedad, se utiliza la capacidad de campo o retención de agua (UCC). Es un estado siempre temporal que se alcanza cuando en el suelo existen condiciones óptimas en la relación entre la fase líquida y la gaseosa. Cuando todos los microporos están saturados con agua y solo hay aire presente en los macroporos, se crean las condiciones ideales para la absorción de las raíces.

Existen elementos que afectan la retención de agua en el suelo los cuales son:

- La estructura del suelo, importante porque regula la distribución de micro y macroporos. En un suelo poco estructurado existe ausencia de macroporos.
- La presencia de coloides minerales en el suelo como arcilla y limo.
- La presencia de coloides orgánicos como humus o sustancia orgánica en avanzado estado de transformación.

Elección del momento de riego

La elección del momento de riego varía dependiendo de la disponibilidad de agua en el suelo. Esto se evalúa según parámetros como:

- Análisis de la humedad del suelo, evaluado mediante instrumentos como el tensiómetro, para medir la presión capilar, y el sensor TDR que mide el contenido volumétrico de agua en el suelo mediante un impulso eléctrico.

- Análisis del estado del cultivo para evaluar su estado hídrico. La medición se realiza a través del porómetro que examina la apertura de los poros que se cierran cuando la planta sufre falta de agua.

- La evaluación del balance hídrico es un método analítico bastante complejo ya que requiere una actualización continua del balance hídrico del suelo examinado. Esto estima los flujos de agua perdidos por percolación, es decir, el agua no disponible retenida por el suelo y el agua perdida por escorrentía.

- La evaluación a través del sistema empírico, un método menos riguroso, puede funcionar bien dependiendo de la experiencia y el conocimiento del terreno del operador. Es el resultado de varias observaciones periódicas, sin la ayuda de instrumentos, sobre el suelo, los cultivos y los patrones de lluvia. Los elementos que se tienen en cuenta son: suelo bastante seco, hojas arrugadas, días soleados con la última lluvia hace tiempo, etc.

Tipos de riego

Como apoyo en épocas de sequía, el riego es una de las ayudas imprescindibles para el agricultor. Entre los distintos tipos de riego, los más extendidos son:

Aspersión: se puede utilizar en todo tipo de terreno. Tiene una alta eficiencia y un importante ahorro de agua pero con costes elevados. Apto para ambientes con disponibilidad de agua media-baja

Filtración o Manto: ideal en suelos de textura media y con buena capacidad de absorción. Apto para entornos con abundante disponibilidad de agua a bajo coste. Es un sistema de baja eficiencia debido a las altas pérdidas por percolación y flujo superficial

Riego localizado o Goteo: método altamente eficiente que permite una gestión óptima del riego y una mejor nutrición gracias a la fertirrigación. Muy bajas pérdidas por evapotranspiración y fenómenos de erosión y compactación prácticamente inexistentes. Posible uso de agua más fría de lo normal ya que no moja el sistema foliar, consumo energético relativamente modesto y automatización de la intervención de riego .

Mejoras en la eficiencia del uso del agua

Para mejorar la eficiencia hídrica se pueden adoptar algunas prácticas, entre ellas: reducir las pérdidas por evaporación en las horas más calurosas, así como reducir las pérdidas por infiltración en los canales mediante tuberías cerradas, controlar las malezas presentes y regar frecuentemente para distribuir la cantidad de agua necesaria para evitar pérdidas por lixiviación.

Gestión y rotación de cultivos

Desde una perspectiva de cambio climático y sostenibilidad ambiental, los agricultores deben enfrentar varios desafíos para lograr una agricultura sostenible: producir alimentos protegiendo la naturaleza y salvaguardando la biodiversidad, utilizando prudentemente los recursos naturales y convergiendo hacia prácticas agrícolas más ecológicas.

La rotación de cultivos es un ejemplo de práctica beneficiosa para el clima y el medio ambiente: implica el cambio de cultivo, entendido como un género botánico, a nivel de parcela al menos una vez al año, incluyendo cultivos secundarios (quedan excluidos de esta práctica los cultivos agrícolas multiuso, cultivos anuales, plantas herbáceas forrajeras y terrenos en barbecho). Esta práctica, además de ser beneficiosa para la productividad de los cultivos, preserva la fertilidad integral del suelo, limitando la erosión, el agotamiento de los nutrientes presentes y la propagación de patógenos. Otros aspectos positivos son el mayor secuestro de carbono en el suelo, la mayor biodiversidad y la reducción de la contaminación del agua, gracias a la menor necesidad de productos fitosanitarios y a la ruptura del ciclo biológico de patógenos.

	EJEMPLO 1	EJEMPLO 2	EJEMPLO 3	EJEMPLO 4	EJEMPLO 5
AÑO 1	Maíz	Maíz	Raigras · Maíz	Maíz · Cobertura mixta	Cobertura mixta
AÑO 2	Girasol	Sorgo	Raigras · Maíz	Maíz · Cobertura mixta	Cobertura mixta
AÑO 3	Maíz	Maíz			

Tabla: Algunos ejemplos de rotaciones culturales

Desde hace muchos años, KWS apuesta por la investigación y producción de variedades de alto rendimiento de los principales cultivos de campo abierto y de abonos verdes con el objetivo de ofrecer a los agricultores la posibilidad de implementar de la mejor manera la rotación de cultivos con los distintos cultivos presentes en el catálogo: maíz, sorgo, soja, cereales, colza, girasol y cultivos de cobertura. En este contexto nació también KWS Fit4NEXT, la nueva gama de mezclas de cultivos de cobertura compuesta por variedades de alto rendimiento específicamente formuladas para eficientizar la rotación de cultivos.

Cosecha

EL MOMENTO IDEAL PARA UN EXCELENTE ENSILAJE DE MAÍZ

2

Durante el desarrollo del cultivo, ocurren varios cambios fisiológicos en su composición, acelerados durante la transición de la fase vegetativa, crecimiento de raíces, tallo y hojas, a la fase reproductiva, flor, desarrollo de semillas y maduración de semillas.

La mazorca es una de las partes más importantes del maíz que contiene aproximadamente entre el 40 y el 45% de la masa seca total de la planta y aproximadamente dos tercios de todos los elementos nutricionales. Hay variables, sin embargo, que influyen en el tamaño de la mazorca y el porcentaje de compuestos en su interior como son: la elección de la variedad, la zona, las condiciones climáticas, el laboreo del suelo y el momento de la cosecha.

A medida que avanza la maduración, también cambia la relación entre las diferentes partes de la planta (hojas, tallo, espiga). La parte verde disminuye progresivamente, aumenta la incidencia de la espiga y disminuye la humedad por simple pérdida de agua de tallo, espiga, brácteas y mazorca y/o acumulación de nutrientes (almidón) en el grano.

En comparación con otras plantas forrajeras, en el maíz la digestibilidad, los valores nutricionales y la densidad energética aumentan con la maduración hasta alcanzar la etapa lechosa-cérea. Las razones de este proceso son el almacenamiento de almidón y aceites en los granos, y la creciente proporción mazorca-planta que progresa hacia el desarrollo ceroso. El precursor del almidón en los granos es el azúcar que se almacena en el tallo durante el crecimiento vegetativo, después de la floración, y que durante los procesos de acumulación en los granos disminuye en respuesta a un aumento de almidón (gráfico 2) convirtiéndose así en uno de los compuestos más importantes y cualitativos de la planta del maíz.

Por lo tanto, la acumulación de almidón se maximiza mediante las siguientes condiciones:

- Prolongación de la fase vegetativa y obtención temprana de un alto índice de superficie foliar, en combinación con un alto valor de conversión fotosintética.
- Una fase corta en el desarrollo del embrión, factor que anticipa el inicio de los procesos de asimilación de azúcares en el grano y su conversión en almidón.
- Una rápida acumulación de almidón combinada con una prolongada fase de llenado del grano, factores que dependen de la temperatura y la disponibilidad de agua.
- Mantener la capacidad fotosintética durante el llenado del grano (Stay green).
- El almacenamiento en el grano de los asimilados producidos en las partes verdes de la planta se ve favorecido por un alto potencial de acumulación genética. Por ejemplo, un gran número de filas de mazorcas.

En caso de daño o alteración fisiológica de los órganos reproductivos se produce un exceso de asimilados (congestión de asimilados). En la planta esto se percibe a través del cambio hacia un color púrpura, que es síntoma de la acumulación de compuestos de azúcar. El calor seco en el momento de la floración puede provocar una polinización insuficiente e impedir así el almacenamiento de asimilados en los granos. Sin embargo, si la capacidad de almacenamiento es mayor que la producción de asimilados, puede ocurrir que los granos no estén completamente llenos.

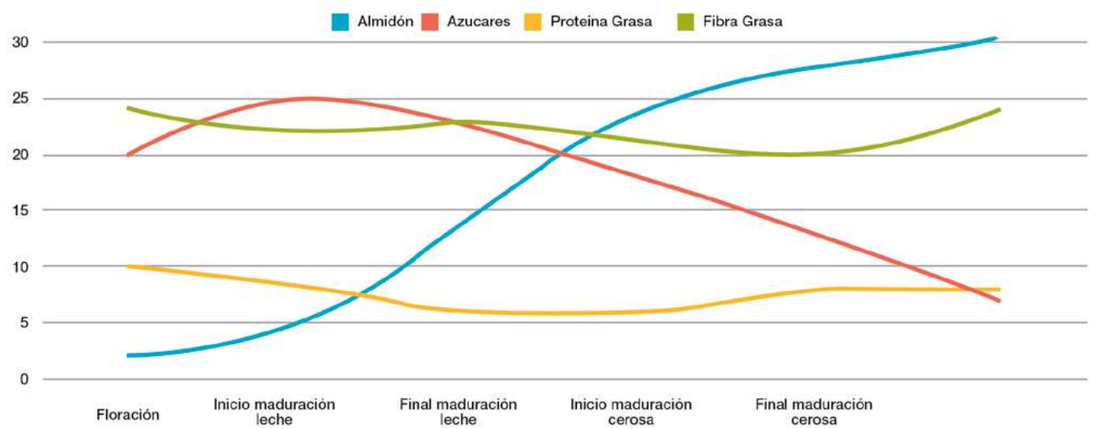


Gráfico 2: Tendencia del contenido de la planta de maíz durante la maduración.

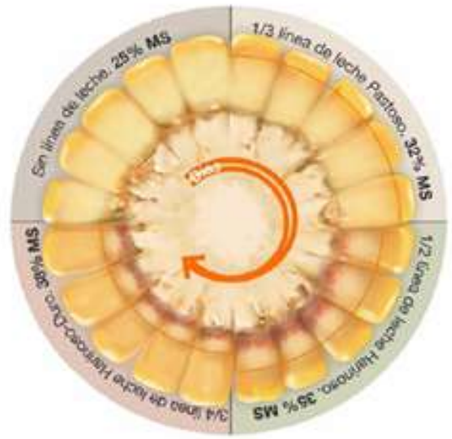
El momento ideal de cosecha

El momento perfecto de cosecha para el ensilado está determinado sobre todo por el valor de materia seca de toda la planta (parte verde más mazorca). Esto debería estar en un rango entre 30-35% MS.

La materia seca se puede evaluar empíricamente mediante la observación de la mazorca.

En la maduración fisiológica, el grano se encuentra en un valor de MS superior al 65%, esta etapa se puede determinar gracias a la presencia de los llamados punto negro en la base de los granos. En esta etapa la acumulación de almidón ha terminado y el grano ha alcanzado su contenido máximo.

Posteriormente continúa la maduración con la pérdida progresiva de agua de los granos y de la planta hasta alcanzar una humedad del 22-23% en grano, momento ideal para la recolección.



Esquema de mazorca y su evolución en el tiempo, donde se puede observar la línea de leche y un valor aproximado de MS de la planta completa.

El momento ideal para cosechar el ensilaje de maíz es una fase más temprana, es decir, a medio camino entre la madurez cerosa y la madurez lechosa (esquema superior), cuando la parte superior de la semilla está dura pero se puede rayar fácilmente con la uña, mientras que la parte adherida a la mazorca se vuelve pulpa y suelta líquido con una ligera presión de los dedos. En este caso, la materia seca del grano ronda el 38% mientras que la materia seca total de la planta ronda el 33-35%.

GRADO DE MADUREZ	CARACTERÍSTICAS	% DESDE LA ESPIGA	% DE SS DEL GRANO
Madurez verde	Grano reconocible, contenido acuoso	10-20	8-15
Madurez ligera	Coloración del grano, contenido acuoso espeso	20-25	15-25
Madurez lechosa	Grano amarillento, principio de solidificación	25-30	25-38
Madurez lechosa cerosa	Grano amarillento, principio de solidificación, si se rompe aparece liquido	30-35	38-45
Madurez cerosa	Grano pastoso, si se rompe aparece poco liquido	35-40	45-50
Madurez cerosa final	Gran parte del grano duro, si se presiona se deforma y aparece poco liquido	40-47	50-57
Madurez amarilla	Grano duro, no aparece liquido	47-55	57-65
Madurez completa	Grano duro, en la base del grano se observa punto negro	> 55	> 65

Tabla: Etapas de maduración del grano de maíz y sus características fisiológicas.

La determinación del porcentaje de MS del resto de la planta se produce rompiendo y retorciendo la base del tallo. Se pueden diferenciar y asignar a un % de masa seca las siguientes características:

- Alta produccion de líquido = aprox. 18% MS
- Alta producción de espuma = aprox. 21% MS
- Baja producción de espuma = aprox. 24% MS
- Sin fugas de líquido = aprox. 27% MS

Preferir híbridos con permanencia verde permite al agricultor un período de tiempo más largo para cosechar y ensilar el maíz correctamente. A medida que pasa el tiempo, las hojas y el tallo tienden a volverse menos digeribles y palatables, mientras que el valor energético del grano aumenta significativamente.

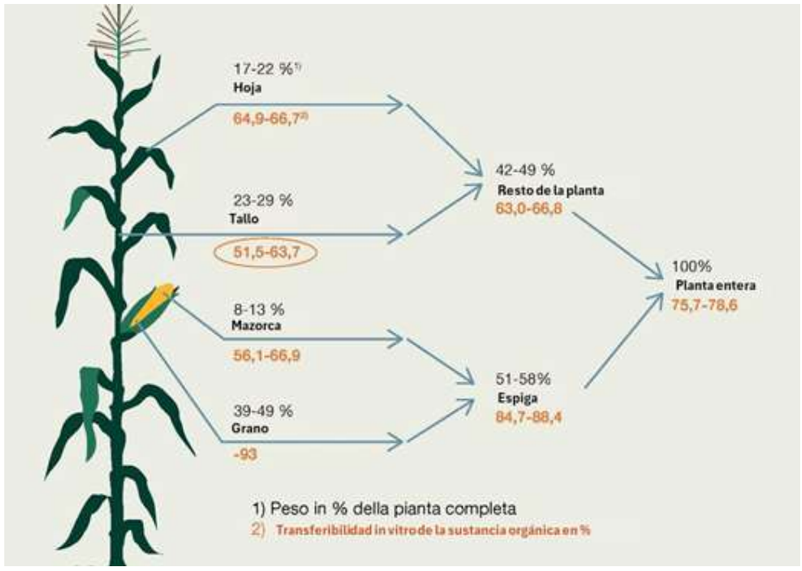
Potencial de producción

El aumento de la producción unitaria ha requerido una creciente concentración energética de las raciones de alimentos. El maíz triturado ha respondido plenamente a esta necesidad sustituyendo progresivamente los forrajes tradicionales y aportando una cantidad importante de materia seca a bajo coste. Además, el ensilaje de maíz también se convirtió rápidamente en la principal materia prima para la producción de biogás.

El impulso productivo del ensilaje de maíz es inmejorable: una hectárea de este cultivo puede superar las 23 toneladas/ha de materia seca, alcanzando las 30 toneladas en los mejores ambientes, produciendo casi 20.000 UFL/ha y 7.000 m3 CH4/ha.

La composición de la planta

La digestibilidad total está influenciada sobre todo por el porcentaje de almidón contenido en el grano que, con más del 90% de digestibilidad, representa el componente principal de la planta del maíz. Por el contrario, el tallo y las hojas (celulosa, hemicelulosa y lignina) influyen en el proceso digestivo. Un componente en particular no es digerible: la lignina, que afecta negativamente a la digestión del forraje si está presente en porcentajes elevados (Investigación de la Universidad Técnica de Múnich). También encontraron que no existe una relación significativa entre el porcentaje de lignina y la digestibilidad de la FDN en el rumen.Con el mejoramiento genético es posible aumentar la digestibilidad de las hojas disminuyendo el porcentaje de lignina.. Este proceso, sin embargo, impone límites fisiológicos ya que una reducción de la lignina perjudica la estabilidad de la planta.



2) Digestibilidad de la sustancia orgánica en %

Otro componente influyente en la digestion es la clase de madurez, la cual esta determinada por

cuestiones geneticos. El ensilaje de híbridos de ciclo temprano (FAO 200-300) en comparación con los tardíos (500-600), con la misma maduración, tienen un menor porcentaje de fibra (FDN) y esto significa mayor degradabilidad en comparación con las variedades tardías.

El método de recolección también influye en la calidad y densidad energética del material triturado. Por ejemplo, con colecciones a corte alto puede aumentar la densidad de energía. Estas soluciones también son muy útiles para aumentar la calidad del material picado en caso de Fusarium.

	GRANO	RESTO DE LA PLANTA
Porcentaje de materia seca en MS	87	20-25
Porcentaje de almidón sobre MS	70	0
Porcentaje de azúcar en MS	1,5 - 2,0	25-30
Porcentaje de proteina bruta sobre MS	10-11	7
Porcentaje de fibra cruda en MS	2,5	26
Densidad de energía MJ/Kg MS	8,4	5,5

Tabla: Nutrientes contenidos en el grano y en el resto de la planta en el momento del picado.

Digestibilidad

La digestibilidad general de la planta de maíz aumenta hasta que se observa el punto negro, y luego disminuye a medida que continúa la maduración.

Con un porcentaje de materia seca total del 30-35% se finaliza la acumulación de carbohidratos y se determinan las condiciones óptimas para el ensilado. Un producto que tiene un bajo porcentaje de MS, con valores en torno al 28-30%, favorecerá las pérdidas no deseadas provocadas por los procesos de percolación, así como una mala fermentación y en consecuencia una reducida asimilación del forraje.

Por el contrario, porcentajes de masa seca demasiado elevados, superiores al 36-40%, pueden comprometer la dinámica de compactación de los cultivos picados, que no se espesarán lo suficiente, favoreciendo el desarrollo de un ambiente aeróbico en la masa ensilada (gráfico 3).

Tras la apertura del silo se desarrollarán problemas relacionados con el calentamiento de la masa, así como una pérdida de calidad derivada de la formación de hongos. Esto también conduce a una peor asimilación del forraje y a problemas de salud. Se prefieren tiempos de cosecha distintos del óptimo sólo en casos de desarrollo vegetativo anómalo, como falta de formación de la mazorca o maduración anticipada de la planta causada por estrés por sequía o enfermedades como la helmintosporiosis y la pudrición del tallo. En caso de que la mazorca no se forme, es preferible la cosecha temprana, para mantener una alta palatabilidad y digestibilidad ya que, en ausencia de mazorca, la digestibilidad disminuye exponencialmente a partir del momento de la floración (de manera similar a otras gramíneas forrajeras).

Además, el estrés por sequía puede dar lugar a situaciones en las que sea necesario recoger los cultivos picados antes de la maduración óptima del grano, esto para evitar que el porcentaje de materia seca sea demasiado elevado y provoque una reducción de la densificación del ensilado. Una baja densidad, en la primera fase del ensilaje, provoca que haya mucho oxígeno residual en el silo, lo que desfavorece la fermentación anaeróbica y, por tanto, se retrasa. Las levaduras aeróbicas (dañinas), por otro lado, pueden multiplicarse libremente en este entorno.

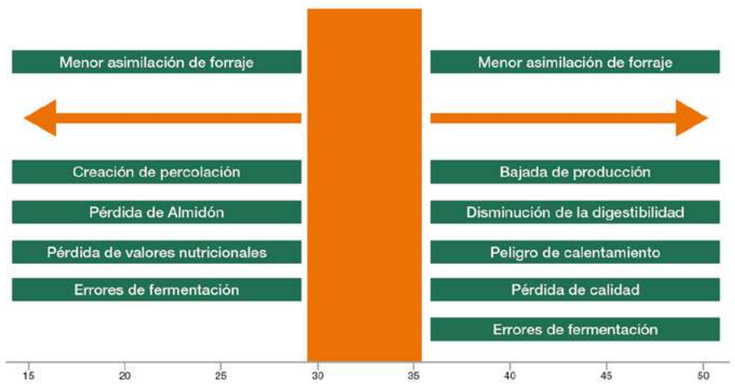
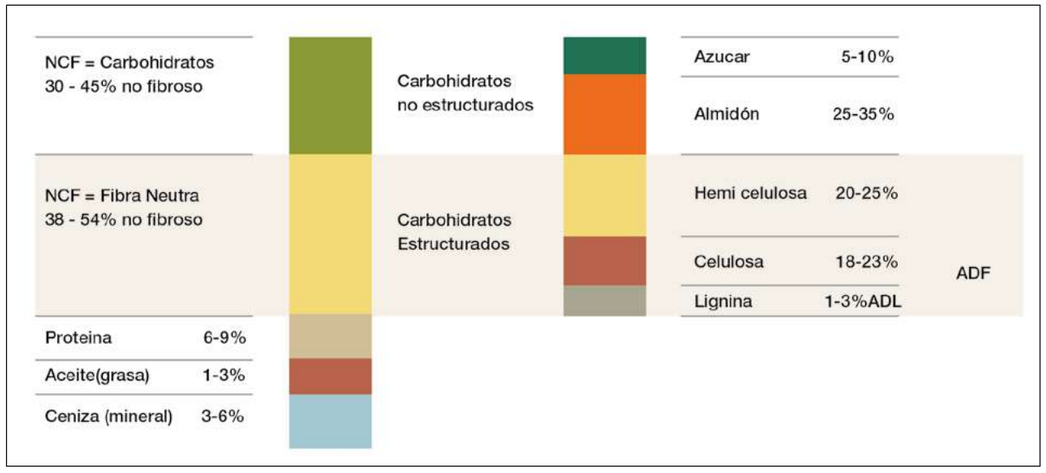


Gráfico: Consecuencias de adelantar o retrasar la recolección respecto al momento óptimo.

El objetivo principal de los productores de ensilaje de maíz es tener poco oxígeno residual en los silos para que la fermentación comience rápidamente y el valor del pH en el ensilaje baje rápidamente. Los inoculantes y aditivos del ensilaje pueden ayudar a garantizar la calidad en el caso de que las condiciones de cosecha no sean óptimas.



Cuadro: Características del maíz picado. Materia seca: 30 - 35%.

Consecuencias de una cosecha temprana:

Pérdida de producción

El almacenamiento de almidón aún no está completo

Porcentaje de materia seca demasiado bajo

Presencia de agua en grandes cantidades que inhibe la formación de ácido láctico

Necesidad de ácido láctico adicional para reducir el pH

Disminución demasiado lenta del valor del pH

Pérdidas de energía por fermentación y percolación subóptimas

Transformaciones de proteínas en amoniaco

Asimilación del forraje por parte de los animales con mayor dificultad

Baja efectividad de la estructura en ensilaje húmedo

Consecuencias de una cosecha tardía:

Disminución del porcentaje de producción de materia seca demasiado elevado

Limitado/falta de espesamiento

Condiciones subóptimas para las bacterias del ácido láctico

Fermentación no óptima

Mayor peligro de calentamiento

Peligro de formación de hongos tras abrir el silo

Peor digestibilidad de la fibra

Menor porcentaje de energía en ensilaje de maíz

Mayor gasto por rotura de los granos

Rotura de granos y longitud del material picado

El picado del maíz tiene una gran influencia en la usabilidad y el aprovechamiento energético del silo. Por este motivo es necesario prestar especial atención a la regulación de la longitud de corte y, en consecuencia, a la rotura del grano. La regulación debe permitir la rotura de todos los granos recogidos para maximizar el aprovechamiento.

La longitud del material picado influye tanto en el ensilaje del material (compresión y estabilidad) como en las funciones fisiológicas zootécnicas. Para el ganado, la longitud media óptima es de 5 a 8 mm. Las cosechas húmedas (época de cosecha temprana, clima húmedo durante la cosecha) tienden a cortarse en tamaños más grandes para mantener la estructura de la masa ensilada. En este caso se recomienda una longitud entre 8-15 mm. Los valores elevados de materia seca en el momento de la recolección requieren un picado más fino, para asegurar una buena densidad del material en el material picado.

Los efectos de diferentes longitudes de corte sobre la salud y la productividad del ganado se han analizado mediante muchos ensayos de alimentación. Los resultados de estas pruebas muestran que en general el material más fino conduce a una mayor asimilación del forraje y una mayor producción para las vacas lecheras; así como una mayor ganancia de peso diaria en el ganado vacuno.

Las ventajas del corte entre 5-8 mm:

- Aumento de la densidad hasta un 25% respecto a 21 mm.
- Menos actividad de microorganismos en la superficie de corte.
- Menor aumento de temperatura.
- Menor pérdida de energía.
- Mayor palatabilidad del forraje.

Ventajas en el transporte y preparación del ensilaje:

- Menos desperdicio en el transporte.
- Mejor digestibilidad.
- Mayor densidad de dispersión.

Ventajas durante el almacenamiento:

- Fermentación mejorada.
- Fuga acelerada de líquido de las células.
- Inicio rápido de la fermentación ácido-láctica.
- Evitar el calentamiento.
- Baja actividad de levadura.
- Baja degradación de proteínas.
- Buena estabilidad aeróbica debido al contenido de ácido.

Como se mencionó anteriormente, cuando la cosecha ocurra con porcentajes de MS superiores al 35%, la longitud del corte debe ser inferior a 1 cm; por el contrario, en cosechas con contenidos de MS inferiores al 30%, la longitud de corte deberá aumentarse.

Suciedad en el forraje: las consecuencias

Por contaminación o suciedad se entiende la contaminación por microorganismos no deseados (por ejemplo, Clostridia), así como la entrada de arena o tierra, lo que provoca un aumento de cenizas crudas en el forraje.

La presencia de microorganismos no deseados dentro del silo provoca una fermentación deficiente y pérdidas de calidad del ensilaje, mientras que niveles elevados de arena en el forraje provocan una menor asimilación y trastornos digestivos. Dos signos claros del alto contenido de ceniza bruta en el producto final son las heces más finas y oscuras de los animales que lo asimilaron y el menor porcentaje energético del ensilaje.

Según Thaysen (2010) un ensilaje pierde -0,1MJ NEL/Kg MS por cada punto porcentual adicional de tierra/arena. Especialmente las partes basales del de la planta corren mayor riesgo de contaminación y suelen tener una mayor presencia de hongos y levaduras. Por ello, antes de la cosecha se debe evaluar el grado de suciedad y, si es necesario, aumentar la altura de corte. Por lo tanto, en suelos húmedos/mojados, los vehículos de transporte no deben trepar al ensilado para evitar la contaminación con neumáticos manchados de barro.

Aditivos para ensilaje

LOS BENEFICIOS PARA TU FORRAJE

3

El éxito del ensilaje es muy importante. Cuando no estás seguro de poder garantizarlo, es útil la ayuda de inoculantes o aditivos para ensilaje. Entre los aditivos más importantes utilizados para el ensilaje se destacan los inoculantes a base de bacterias lácticas que, utilizados en el momento del ensilaje, aumentan el número de bacterias lácticas favorables para la fermentación.

Comercialmente este tipo de aditivos se dividen en dos grupos:

- **Bacterias del ácido láctico homofermentantes:** transforman rápidamente los carbohidratos (azúcares) fácilmente solubles en ácido láctico, mejorando los procesos de fermentación, favoreciendo una rápida bajada del pH y, en consecuencia, contrarrestando procesos de fermentación no deseados

- **Bacterias heterofermentativas del ácido láctico:** Crean, además de ácido láctico, también ácido acético y CO.2 permitiendo la estabilidad aeróbica del ensilaje después de la apertura de del silo, ya que el ácido acético producido inhibe las levaduras, principales responsables del sobrecalentamiento.

La dosis recomendada de bacterias lácticas presentes en los inoculantes es de entre 100.000 y 1 millón de células (UFC) por gramo de producto verde que, según el tipo, controlan las fermentaciones, inhibiendo las bacterias no deseadas, garantizando el correcto pH y una menor producción de fermentos no deseados.

Gracias a la cantidad adecuada de ácido láctico y acético se determina una mejor calidad del producto. El ácido acético garantiza una inhibición directa del moho en presencia de oxígeno y su desarrollo. Además, las temperaturas de almacenamiento también estarían bajo control, mejorando la estabilidad aeróbica y evitando la degradación de la matriz y el agotamiento de parámetros nutricionales, como las proteínas. El resultado es un ensilado sano (gracias al contraste de levaduras y especialmente mohos, ligado a la posible presencia de micotoxinas), más palatable para los animales, más digerible y con mejores rendimientos productivos.

Los aditivos garantizan calidad en tu ensilado

Los inoculantes añadidos durante el ensilado sirven esencialmente para garantizar la calidad del forraje aumentando positivamente la fermentación y reduciendo las perdidas.

Sin embargo, hay que subrayar que un aditivo no puede compensar en modo alguno los errores de gestión agronómica. La elección del híbrido y la agronomía del campo son, por tanto, factores clave para conseguir un buen silo. La elección de los aditivos adecuados debe analizarse en función de las características del silo, es decir, del grado de ensilabilidad del material (cantidad de azúcares fermentables presentes), de la tasa de humedad, del grado de suciedad y de las criticidades del campo.

Las principales diferencias entre los distintos tipos de aditivos vienen dadas por:

- Tipo de fermentación (homofermentativa / heterofermentativa).
- Especies y cepas bacterianas (L. plantarum, E. faecium, L. buchneri, etc.)
- Valor de pH y tolerancia a este.
- Velocidad de reproducción y por tanto de crecimiento de las bacterias.
- Tasa de inoculación (UFC), es decir, el número de unidades formadoras de colonias que realmente llegan al ensilaje.
- Combinaciones con enzimas o mezclas estabilizantes que preservan la vitalidad de los fermentos (tanto durante el almacenamiento como cuando se diluyen en agua - actuando como activadores).

Para que un aditivo de ensilaje dé lo mejor de sí, se deben tener en cuenta algunas precauciones durante su uso, como una distribución regular y homogénea de la solución inoculadora en el material a ensilar, el uso de las cantidades recomendadas por el fabricante y la duración correcta del período de ensilaje/almacenamiento (al menos 8 semanas).

Aditivos a base de ácido propiónico

Otros productos aditivos frecuentemente utilizados en el ensilaje son los a base de ácido propiónico, útiles porque son capaces de inhibir el desarrollo de mohos y levaduras y, por tanto, capaces de asegurar una mayor estabilidad del ensilaje, especialmente en el momento de la distribución, que se produce una vez el ensilaje ha sido cosechado.

Problemas durante el consumo

Con la apertura del silo se produce la inevitable infiltración de aire en la masa ensilada lo que requiere muchas precauciones para mantener la calidad. La entrada de aire provoca la activación de los procesos de descomposición de algunos microorganismos aeróbicos, primero las levaduras, seguidos por las bacterias aeróbicas y finalmente por los mohos. En estas condiciones se atacan los azúcares residuales de la fermentación y el ácido láctico, alterando paulatinamente el silo hasta su total descomposición.

Las bacterias negativas, que sobreviven durante el almacenamiento, se dividen principalmente en dos tipos: bacterias proteolíticas, que degradan proteínas, producen olores nauseabundos y compuestos tóxicos como aminas biógenas, y bacterias coliformes, que transforman el ácido láctico en ácido butírico.

La presencia de hongos filamentosos se debe, sin embargo, a la infiltración de aire. Estos son visibles a simple vista ya que cambian el color del ensilaje. La alteración, de hecho, no se limita sólo a las zonas visiblemente podridas (sombrero), sino que también infecta las de abajo a través de un micelio prácticamente invisible a simple vista, pero con probable presencia de micotoxinas.

El deterioro aeróbico resultante de la acción de todos estos microorganismos representa no sólo una pérdida notable de nutrientes y calidad, sino también un riesgo para el animal. De hecho, el ensilaje resultante es perjudicial para el animal y, por lo tanto, se desaconseja encarecidamente su uso como alimento.

Control de la degradación aeróbica con productos de fermentación e ácido propiónico

Los ácidos orgánicos producidos durante la fase de almacenamiento (láctico, acético y propiónico) pueden inhibir el desarrollo de algunas cepas de levadura habitualmente presentes en el ensilaje. Sin embargo, algunos estudios han puesto de relieve que, a la misma concentración, estos ácidos parecen tener un poder micostático diferente ya que, a partir del ácido acético y del ácido propiónico, se produce una inhibición de las levaduras mucho más potente que el ácido láctico. Generalmente, las concentraciones de ácido láctico presentes en el ensilaje nunca son suficientes para la inhibición de las levaduras, mientras que en ensilajes en los que se ha producido principalmente fermentación heteroláctica, y por tanto una buena producción de ácido acético (35-45 g/kg), la inhibición entrará en vigor.

En cuanto al ácido propiónico, sin embargo, se necesita una pequeña cantidad (de 5 a 8 g/kg) para una inhibición casi total, pero en el ensilaje este ácido no suele superar los 3 g/kg.

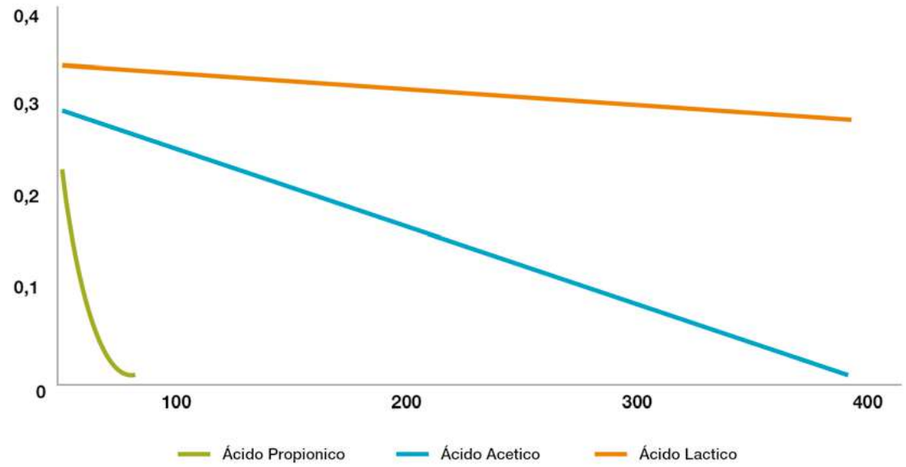


Gráfico 5: Reducción del desarrollo de la levadura en relación al aumento de la concentración de cada uno de los tres ácidos orgánicos; nótese el alto poder inhibidor del ácido propiónico.

Factores útiles para evitar el calentamiento y deterioro del forraje

Para prevenir el deterioro aeróbico es fundamental conocer algunos factores de gestión que pueden prevenir los daños causados por el aire y su posterior calentamiento:

o Buena densificación (240 kg de masa seca por m3)

o Retiros evitando desestructurar lo más posible, por ejemplo, utilizando la bandeja de ensilaje

o Profundidad del muestreo adecuado a las temperaturas ambientales (en invierno más de 15 cm/día y en verano no menos de 20-25 cm/día)

o Renovación de la cara (superficie de retirada o corte) diariamente

o Abrir el silo por el lado menos expuesto al viento y a la luz solar directa

o Protección de la cara (superficie de picada o corte) de agentes atmosféricos como lluvia, nieve y viento fuerte.

Profundidad de la entrada del aire en CM	Densidad de almacenamiento (kg de MS/M3)					
	120	150	180	210	240	270
DESDE	50	45	30	25	20	15
HASTA	100	80	60	40	30	20

Tabla: La profundidad de penetración del aire en el ensilaje depende de la densidad de almacenamiento.

Las pérdidas de forraje en las zonas del silo donde se produce el sobrecalentamiento pueden ser superiores al 3% por día dependiendo del porcentaje de materia seca en el ensilaje y del grado de calentamiento. Por ejemplo, un aumento de la temperatura ambiente de 15°C con ensilaje al 30% de materia seca da como resultado pérdidas diarias del 3,5%.

Porcentaje de MS en el Silo	Aumento de la temperatura ambiente				
	5ºC	10ºC	15ºC	20ºC	25ºC
Perdida de MS en porcentaje					
20%	1,6	3,2			
30%	1,2	2,3	3,5		
50%	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7

Tabla: Correlación entre aumento de temperatura y pérdidas aeróbicas entre ensilajes a diferentes porcentajes de materia seca.

Por tanto, es mejor evitar demasiadas infiltraciones de aire en el momento del consumo. La retirada debe realizarse con un corte limpio, sin alterar el silo. Para evitar una penetración demasiado profunda del aire y el material suelto debe recogerse y utilizarse inmediatamente.

Zanja de silo perfecta

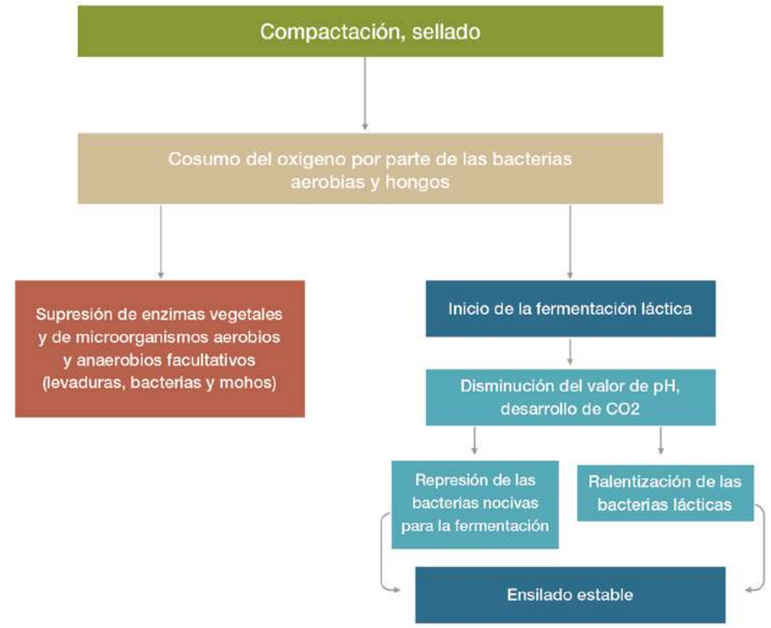
TU SILO COMO NUNCA LO HAS VISTO

4

El proceso de ensilaje del maíz fresco picado tiene como objetivo asegurar una conservación duradera. Esto se logra mediante la compactación del material, creando así un ambiente anaeróbico dentro de la matriz ensilada.

En este contexto se activan principalmente bacterias lácticas y otras bacterias similares, que degradan los azúcares presentes en el maíz en ácidos orgánicos (como el ácido láctico, acético y propiónico). Estos ácidos son cruciales para preservar eficazmente el ensilaje durante la fase de almacenamiento, evitando el desarrollo de microorganismos dañinos gracias a un ambiente de pH bajo (por debajo de 4). Un correcto proceso de ensilado también ayuda a prevenir el deterioro del producto durante la fase de uso al bloquear la posible degradación aeróbica.

En este contexto, es fundamental reconocer que la adopción de técnicas adecuadas de ensilado y manejo de silos puede conducir a excelentes resultados en el producto conservado, así como generar problemas importantes si se descuidan.



Carga y compactación

Esencial durante la fase de ensilado es la necesidad de crear un ambiente anaeróbico, ya que cualquier exposición al aire puede causar la degradación del material ensilado.

Un aspecto vital para obtener un producto de alta calidad es la minimización de la porosidad del volumen almacenado, es decir, el aumento de la densidad (cantidad de ensilaje por metro cúbico). Para conseguirlo es imprescindible realizar una compactación eficaz, colocando el material triturado en capas uniformes y pisándolo con cuidado antes de añadir más material.

Es necesario prestar especial atención a las zonas próximas a los bordes del silo, ya que muchas veces el material se amontona de forma desordenada y con pronunciada inclinación hacia las paredes, impidiendo una adecuada compactación por medios mecánicos. Esto puede provocar una menor densidad en estas zonas, favoreciendo procesos de fermentación aeróbica y por tanto una degradación del material debido a una mayor porosidad, destacada por un aumento de temperatura durante la fermentación. Esta condición puede agravarse hasta el deterioro del 50% del material ensilado en ausencia de un correcto confinamiento del silo.

Revestimiento

Una vez finalizado el llenado del silo, es fundamental proceder rápidamente a su cierre mediante un revestimiento que se adhiera lo más posible al contenido, minimizando la presencia de aire, lo que favorece las condiciones ideales para la anaerobiosis.

Es importante, antes de proceder al ensilaje, cubrir también las paredes del silo con una lámina para minimizar el intercambio de gases con el ambiente exterior.

Para el revestimiento superior se utiliza generalmente una lámina plástica bicolor, con un espesor entre 0,10 y 0,20 mm. La parte externa de la lámina es blanca para reflejar la luz solar, mientras que la parte interna es negra para bloquear la entrada de luz, asegurando así la estabilidad térmica del ensilaje, incluso en presencia de variaciones estacionales de temperatura, y evitando la degradación de la calidad del ensilado.

Una nueva práctica es utilizar una primera capa de película de barrera, una lámina de plástico muy fina, de tan solo 0,045 mm de espesor, que destaca por su bajísima permeabilidad al aire (100 cm3/m2 en 24 horas a 23°C). La película barrera se coloca debajo de la lámina tradicional más gruesa (0,10 – 0,20 mm de espesor) que tiene una permeabilidad significativamente mayor (4000 cm3/m2 en 24 horas). Arriba, se recomienda colocar una red para proteger contra daños causados por animales o laceraciones accidentales.

Esta configuración ayuda a minimizar el aumento de temperatura debido a la fermentación aeróbica y, en consecuencia, las pérdidas de materia seca, manteniendo el pH del ensilaje por debajo de 4, condición óptima para garantizar la calidad y digestibilidad del producto final.

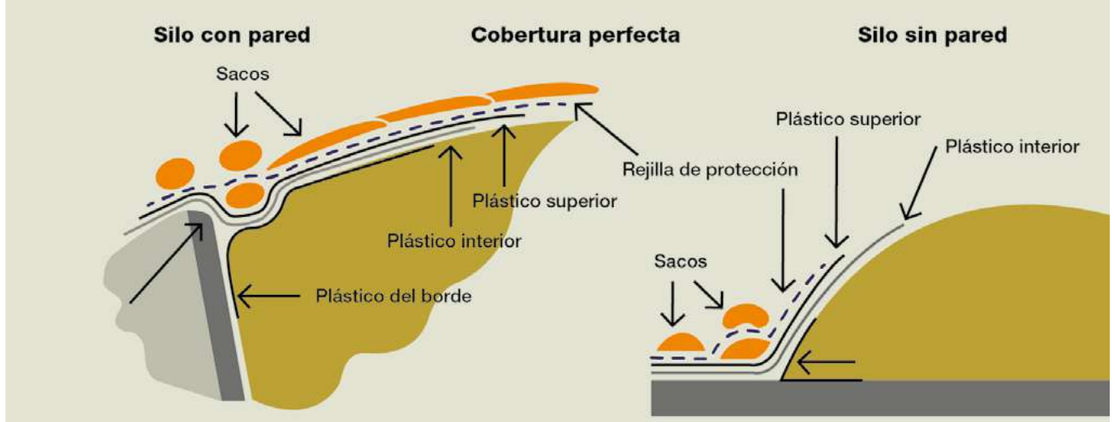


Figura 12: El desgarro de la lámina de cobertura se puede evitar con el uso de redes

Lastrado

Inmediatamente después de cubrir el silo, otro paso crucial es anclar adecuadamente la estructura. Este procedimiento es fundamental para conseguir que la lámina de cobertura se adhiera perfectamente al material ensilado, eliminando espacios vacíos y evitando la entrada de aire.Para conseguir este efecto se suelen utilizar materiales como neumáticos usados, losas de hormigón, sacos de arena o recipientes de plástico llenos de agua, tierra o grava.

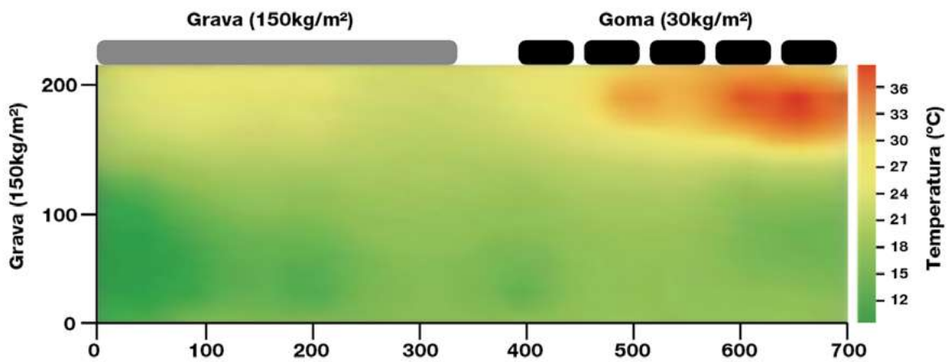
Lastrado mediante neumáticos, sacos de arena, losas de hormigón y grava. Fuente: KWS

La eficacia del lastre varía según el material utilizado, con un aumento de peso a partir de 20 Kg/m² de neumáticos, hasta 100 Kg/m² de tierra, hasta 150-200 Kg/m² de grava.

La elección del material depende de la velocidad con la que se retira el material del silo. El uso de neumáticos, que ejercen una presión relativamente baja, se recomienda sólo cuando la tasa de retiro supera los 25-30 cm por día.

Para consumos inferiores a 15 cm en invierno y 25 cm en verano, es necesario un peso mínimo de 150 kg/m² para evitar un aumento de temperatura superior a 40°C, signo de un posible deterioro aeróbico del material.

Es imprescindible asegurar un peso mínimo de 150 kg/m² incluso en las zonas cercanas a las paredes del silo y para ensilados con un contenido de materia seca superior al 35%.



Termografía de un silo cargada de grava o neumáticos.

Vida dentro de tu silo

¿QUÉ SUCEDE AHÍ?

5

La vida dentro de un silo de maíz depende de factores como la temperatura, la humedad y la actividad de insectos o microorganismos. Estos elementos influyen en la conservación del grano, por lo que su control es esencial para mantener la calidad y seguridad del almacenamiento.

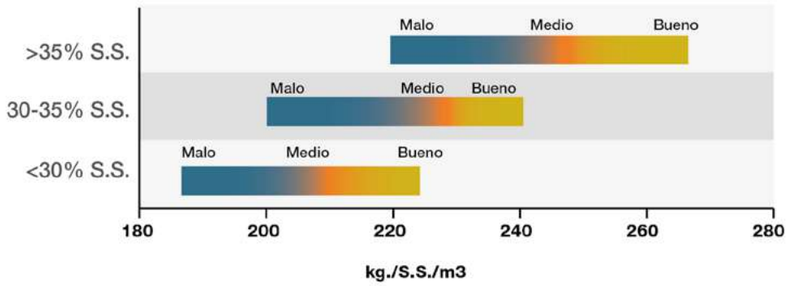
Para entender lo que sucede dentro del silo es posible dividir el proceso de ensilado en cuatro fases que abarcan un período total de 6-8 semanas:

- **Fase aeróbica:** representa el periodo desde el picado y cobertura del silo hasta el consumo completo de oxígeno. El aire residual contenido en la masa permite la respiración de los tejidos vegetales y el crecimiento de microorganismos aeróbicos que consumen oxígeno y azúcares, produciendo dióxido de carbono y calor y provocando un aumento de temperatura que expone el ensilaje a pérdidas y deterioro. Esta fase debe ser lo más rápida posible para que el consumo de azúcares se reduzca al mínimo, dejándolo disponible para las fases posteriores

- **Fase fermentativa:** Una vez agotado el oxígeno contenido en la masa, los carbohidratos solubles son fermentados por bacterias lácticas que producen ácido láctico y acético, provocando la acidificación de la masa con la consiguiente disminución del pH. El plazo de esta fase varía de 1 a 2 semanas dependiendo del producto y del grado de trituración

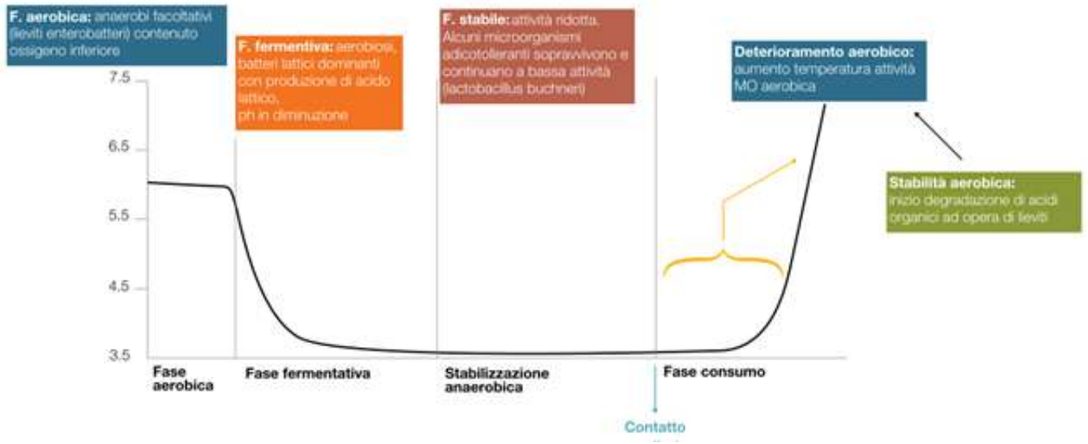
- **Fase de estabilización anaeróbico:** con un pH de 4 se utiliza toda la disponibilidad de oxígeno, las cargas microbianas disminuyen (una pequeña degradación de la hemicelulosa y los carbohidratos más simples seguirán activos) y las actividades enzimáticas se detienen permitiendo que el ensilaje se estabilice. Además, durante este período se produce un descenso de la temperatura del ensilaje. Para que el proceso se produzca correctamente es imprescindible que el silo sea perfectamente impermeable al oxígeno, incluso una pequeña permeabilidad puede provocar la proliferación de mohos y levaduras con pérdidas de materia seca y calentamiento de la masa. Las pérdidas aeróbicas se deben principalmente a la falta de compresión del ensilaje, por lo que se debe realizar con sumo cuidado.

El ensilaje de una masa con un contenido de materia seca superior a su valor óptimo (30-35% en el caso del ensilaje de maíz, por ejemplo) conlleva un aumento de las pérdidas aeróbicas, por lo tanto, hay que compensarlo espesando más el ensilado.



Valores de referencia para el espesamiento de ensilaje de maíz relativos a diferentes valores de materia seca

■ **Fase de apertura y consumo:** es una de las fases a las que debemos prestar más atención porque, cuando se abre el silo, el oxígeno actúa en el frente permitiendo que los microorganismos aeróbicos, en particular mohos y levaduras, consuman nutrientes. Estos microorganismos nocivos son, por tanto, responsables del consumo de energía y del deterioro aeróbico, que representa el mayor problema, si no se controla, ya que conlleva el riesgo de desarrollo de toxinas nocivas y de la aparición de sobrecalentamiento masivo. Durante la fase de ensilado, el ensilado puede sufrir los efectos negativos del proceso, provocando alteraciones en la calidad del producto final.



Valores de referencia para el espesamiento de ensilaje de maíz relativos a diferentes valores de materia seca

Parámetros de calidad del ensilaje

Los objetivos más importantes son:

o Alta producción de MS por hectárea.

o Alto valor energética en kg de MS (MJ NEL/Kg MS).

o Recolección y almacenamiento con pocas pérdidas.

Las características de la parcela, el potencial genético de la variedad y las prácticas agronómicas aplicadas son los principales elementos que influyen en la producción de cultivos picados por hectárea, mientras que la variedad, las técnicas y el momento de recolección influyen en el ensilaje y la calidad de los cultivos picados.

Para decidir si un picado o ensilado es de buena calidad existen varios criterios que incluyen una serie de parámetros como: datos generales, evaluación de elementos esenciales (almidón, cenizas, fibra y azúcares) y perfil de fermentación (que permiten caracterizar el forrajeros en el campo zootécnico y bioenergético).

A continuación, resumimos brevemente los principales parámetros de generales utilizados para evaluar la calidad:

■ **Materia seca:** la primera de las evaluaciones a realizar ya que el agua no aporta energía ni otros principios nutricionales e influye en aspectos como la conversión.

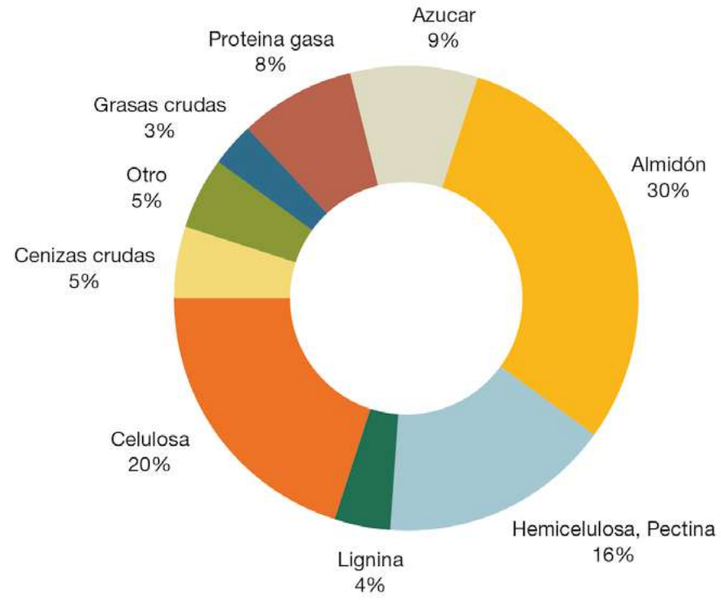
■ **Ceniza cruda:** constituyen la parte no alimentaria y no contienen energía. Su presencia denota un bajo valor nutricional del forraje;

■ **Proteínas crudas:** indica el contenido proteico de los alimentos entendido como contenido de nitrógeno total, proteico y no proteico (NPN: Non Protein Nitrogen). Dependiendo de su solubilidad, las proteínas se pueden clasificar en: proteína soluble (con nitrógeno no proteico), proteína degradable (con nitrógeno no proteico, proteína soluble rápidamente degradable y proteína insoluble lentamente degradable) y proteína no degradable (con una porción que se degrada muy lentamente. y que no llega a estar disponible).

El nivel de proteína de un alimento normalmente se determina en función de su contenido de nitrógeno, incluso si parte del nitrógeno de los forrajes no es de naturaleza proteica. Sin embargo, la mayoría de las sustancias no proteicas se utilizan en el metabolismo, alterando la importancia nutricional de las proteínas crudas.

En los forrajes, el contenido de proteínas está influenciado por diversos factores: estado vegetativo de la planta, especie botánica, fertilización y proceso del ensilaje.

■ **Carbohidratos:** son sustancias orgánicas compuestas por Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O) con una doble función: plástica, cuando entran en la constitución de estructuras esenciales para los organismos vivos, y energética, ya que aportan al organismo energía para el desempeño funcional. En la célula vegetal, los carbohidratos se dividen en dos fracciones:



- Fibra: carbohidratos estructurales presentes en la pared celular con función de soporte. Compuesto principalmente por fibras solubles (pectinas y glucanos), celulosa, hemicelulosa y lignina (fibra no disponible). Para aislar la pared celular (fibra alimentaria) existen diferentes técnicas. Los principales de uso zootécnico son el método Weende para la determinación de fibra cruda (FG) y el método Van Soest para la determinación de fracciones fibrosas (FND, FDA, ADL)

- Fibra cruda: una parte de lignina y la mayor parte de celulosa. El método mencionado anteriormente subestima el contenido real de fibra del alimento.

- DENP (Fibra Limpia Neutra): hemicelulosa, celulosa y lignina

- AAD (Fibra Limpiada con Ácido): celulosa y lignina

- ADL (lignina ácida limpia): el contenido de lignina y la parte de fibra no degradable

■ **NFC o NSC:** carbohidratos no fibrosos o no estructurales, que se encuentran en el contenido celular y están compuestos principalmente por almidón y azúcares. Representan todos los compuestos de

uso rápido. Desde un punto de vista nutricional, los NFC representan un recurso energético de rápida disponibilidad, pero la velocidad e intensidad de la fermentación varía según su composición, el tipo de alimento y su conservación.

- **Almidón**: polisacárido formado por unidades de glucosa unidas en forma de amilosa, contenido en todos los almidones con un valor aproximado del 20-25%, y amilopectinas, polímeros de glucosa con diferente peso molecular y estructura. Sin embargo, los almidones pueden tener variaciones genéticas en las que contienen solo una pequeña parte de amilosa (almidones cerosos, si <10%) hasta contener hasta un 60-70% (extensores de amilosa o almidones con alto contenido de amilosa). En el sector ganadero los almidones tienen funciones energéticas para los animales.

- **Azúcares**: contenido en la parte vegetativa de la planta y en los granos de maíz aún no maduros. Son fundamentales en el proceso de ensilado ya que determinan el inicio de fermentaciones que conducen al estado anaeróbico y a la acidificación de la masa picada.

Parametros	Valor target para las trituradoras de maíz
MS	30-35%
Ceniza bruta	<4% de la MS
Proteina bruta	<9% de la MS
Fibra bruta	17-20% de la MS
NDF	35-40% de la MS
ADF	21-25% de la MS
Sustancia orgánica soluble	>67%
Almidón	>30% de la MS
Azucar	>6/7% de la MS
Energía asimilable	<11 MJ / kg MS
Energía neta de lactancia	<6,6 MJ / kg MS
Nitrogento utilizable de Proteina Bruta	>132g / kg MS
Balance del N ruminal	de 8 a 9 g/kg MS

Parametros	Valor target para las trituradoras de maíz
Calcio (Ca)	0,2 - 0,3g /kg MS
Fosforo (P)	0,2 - 0,3g /kg MS
Sodio (Na)	>0,01g /kg MS
Potasio (K)	<1,5g /kg MS
Magnesio (Mg)	>1g /kg MS
Longitud teórica triturada	4-8 mm
PH (Ensilado)	3,5 - 4
Ácido Acetico	1,5 - 2,5%
Ácido Butirico	0 - 0,3%
Ácido Láctico	2,5 - 8%
Densidad triturada almacenada	
Al 28%	Min 230 kg MS /m3
Al 33%	Min 270 kg MS /m3

Valores orientativos para maíz picado de buena calidad

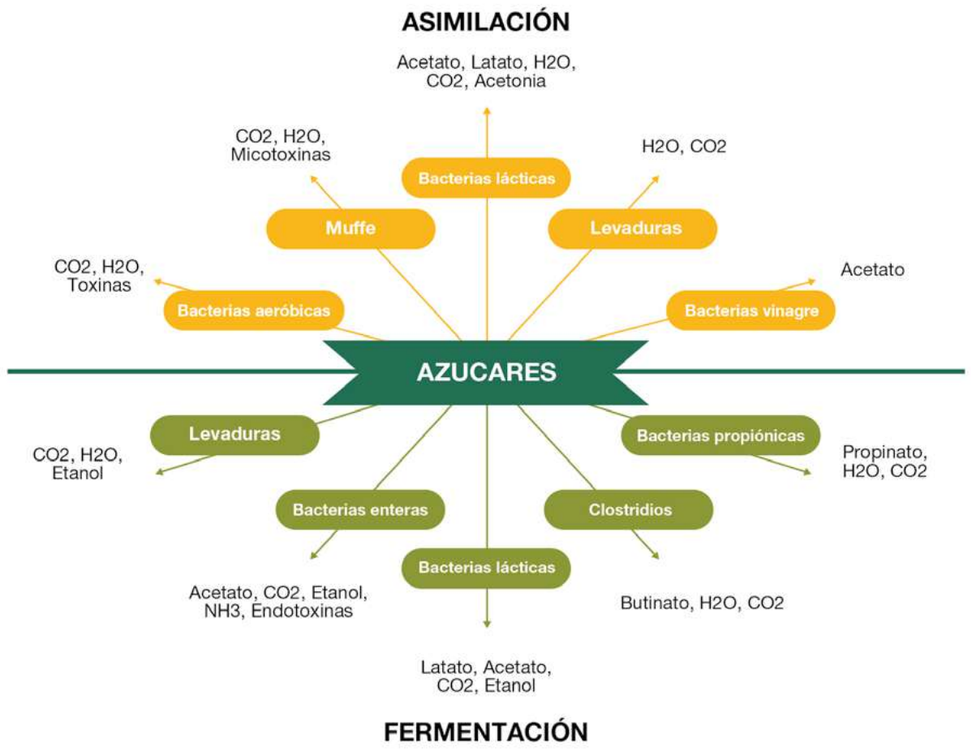
Papel de la microflora durante el ensilado

Dado el papel indispensable de la microflora durante el ensilaje, es necesario conocer la actividad de los principales grupos bacterianos y fúngicos implicados en este proceso.

Los microorganismos implicados en las fases de ensilaje se dividen en dos categorías: la flora aeróbica, que requiere oxígeno, y la flora anaeróbica, que vive en ambientes libres de oxígeno. Un elemento importante a tener en cuenta es el hecho de que estos microorganismos se alimentan de azúcares simples como la glucosa y la fructosa.

Durante la primera fase de ensilaje y apertura del silo, el forraje está en estrecho contacto con el aire y por tanto sometido a la actividad de microorganismos aeróbicos que pueden crecer en el ensilaje siempre que haya oxígeno presente. La mayoría de estos degradan compuestos orgánicos a CO2 y agua, produciendo un aumento de temperatura, característica negativa para la calidad del ensilaje.

Una vez agotado el oxígeno, comienza la actividad de los microorganismos anaeróbicos, entre ellos el grupo de las bacterias lácticas que representan el componente principal para un ensilaje exitoso, a diferencia de otros grupos antagónicos como las enterobacterias y los clostridios.



Bacterias del ácido láctico

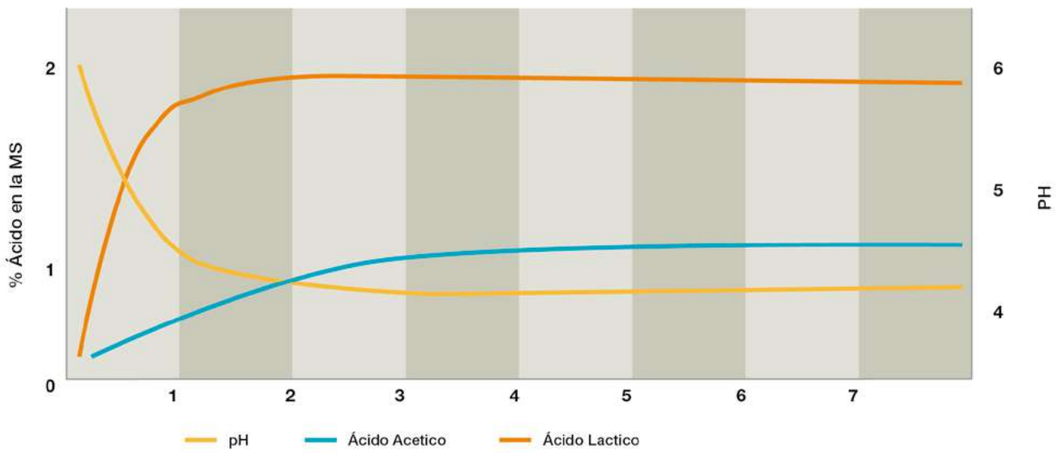
Las bacterias lácticas son el grupo de microorganismos más importante en el proceso de ensilaje, ya que a través de la fermentación láctica determinan la acidificación del sustrato, es decir, la bajada del pH. Son anaerobios facultativos, por lo que la ausencia de oxígeno se convierte en un requisito previo para la presencia de bacterias ácido-lácticas. Su función principal es preservar la mayor calidad posible o la presencia de elementos nutricionales en los forrajes frescos. Comercialmente las bacterias del ácido láctico se dividen en dos grandes grupos:

- **Homoláctico u homofermentativo:** producen ácido láctico a partir de azúcares sin producir CO_2. Maximizan la eficiencia en el uso del azúcar, acelerando la producción de ácido láctico y en consecuencia bajando rápidamente el pH, mejorando así el proceso de fermentación inicial. Además, la ausencia de CO_2 reduce las pérdidas de materia seca

- **Heteroláctico o heterofermentativo:** Además de ácido láctico, también producen ácido acético, otros ácidos orgánicos y alcoholes (etanol, en pequeñas cantidades), con producción de CO.2. En este caso, para el mismo azúcar fermentado, la bajada del pH es menor pero el ácido acético, agente antifúngico, contribuye a mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje (debido a mohos y levaduras) durante el consumo del silo, asegurando una mayor estabilidad aeróbica y conservación de energía

La producción de ácido acético se debe a una fermentación particular de la fructosa que sigue una ruta metabólica diferente a la de la glucosa con un efecto útil sobre el control de los microorganismos aeróbicos cuando se abre el silo.

En general, la actividad de las bacterias homolactidas reduce la degradación de las proteínas por parte de varios microbios indeseables, como las enterobacterias y los clostridios, que sobreviven en ensilajes (legumbres) que tienden a ser más húmedos y a tener un pH más alto y, por tanto, más sensibles a fermentaciones anómalas. En cambio, las bacterias heterolactas ayudan a conservar el contenido energético en la producción de ensilajes, como ensilaje de maíz y harina de maíz, aumentando la palatabilidad y salubridad (Valor Higiénico) del forraje.



Óptimo proceso de fermentación del ácido láctico

Calidad de fermentación y pérdidas de materia seca

Además de los parámetros nutricionales de calidad, de los que ya hemos hablado anteriormente, el perfil de fermentación juega un papel importante en el éxito de un ensilado. Este elemento es el efecto de la fermentación de los azúcares por parte de las bacterias lácticas que, en consecuencia, producen principalmente ácidos orgánicos y alcoholes, modificando el pH.

El contenido de azúcar en el ensilaje es muy variable dependiendo del tipo de forraje y del estado vegetativo de la planta. Los azúcares son el sustrato de la fermentación y corresponden al alimento de todos los microorganismos, por lo que el proceso de fermentación debe realizarse en un tiempo relativamente corto para evitar favorecer la aparición de fermentaciones nocivas, como las butíricas. Además, el contenido de azúcar es muy variable dependiendo del tipo de forraje y del estado vegetativo de la planta.

Otros parámetros iniciales considerados importantes son el contenido de materia seca, determinante de la intensidad de las fermentaciones (diferentes pH) y del grado de acidez del ensilaje (el pH), cuyos valores bajos indican un alto contenido de ácido láctico. Estos dos parámetros están estrechamente ligados entre sí y con el proceso de fermentación: con MS baja, las fermentaciones son intensas y rápidas, con MS alta, sin embargo, las fermentaciones son más lentas.

Fuertemente relacionado con el proceso de fermentación del forraje está el pH. El primer parámetro a considerar cuando se habla del perfil de fermentación es el valor de la acidez de un compuesto. Un valor de 7 representa neutralidad, los valores más bajos indican mayor acidez mientras que los valores más altos representan mayor alcalinidad.

Otro elemento a considerar para una fermentación exitosa y un buen producto final es el manejo de silos. Una buena compactación y cobertura garantizan unas condiciones aeróbicas ideales. A su vez, las buenas prácticas a la hora de apertura de silo evitan una excesiva penetración de aire. La calidad de la fermentación obtenida durante el almacenamiento puede verse comprometida por una gestión inadecuada en la fase de consumo.

Finalmente, se debe considerar el tipo de microorganismos predominantes, es decir, bacterias lácticas con ambiente anaeróbico o levaduras y/o mohos con ambiente aeróbico. En el caso de fermentaciones bacterianas, como resultado positivo de la acción de las bacterias lácticas en un ambiente anaeróbico, los principales productos que contribuyen a bajar el pH y mejorar la calidad del ensilaje son los ácidos orgánicos (láctico, propiónico, acético). Sin embargo, en condiciones aeróbicas, otros microorganismos, como moho y levaduras, podrían tomar el control, provocando un sobrecalentamiento y la producción de sustancias con un impacto negativo en la calidad del producto y la salud del animal.

El resultado de procesos bioquímicos en el ensilaje conduce a la creación de:

- **Ácido láctico:** Principal producto de la fermentación en ensilaje (lactobacilos), es muy fuerte. Es considerado el ácido más importante, ya que de él depende la disminución del pH y, con un valor inferior a 4, bloquea los diversos procesos de fermentación y alteración

- **Ácido acético:** Derivado de la degradación bacteriana de los azúcares (en menor medida que el ácido láctico). Valores demasiado altos indican una fermentación lenta pero una buena presencia en la parte delantera es positiva, ya que inhibe moho y levaduras. Dependiendo de la relación entre el ácido láctico y el ácido acético se puede entender si el grupo predominante de bacterias lácticas es homoláctico o heteroláctico

- **Ácido propiónico:** Débil, generalmente presente en trazas

- **Ácido butírico:** producto final de los procesos fermentativos anaeróbicos de los clostridios que, además del sustrato azucarado, requieren un alto contenido de agua. En caso de influencias negativas, debe estar presente en pequeñas cantidades

- **Nitrógeno amoniacal:** derivado de la degradación de proteínas, cuanto menor sea el valor, mejor. Su valor suele expresarse sobre el nitrógeno total presente (N Amm/N Tot), ya que define el grado de degradación de las proteínas (debe ser inferior al 10% del nitrógeno total). Un valor alto de amoníaco (quizás asociado con un olor desagradable y, por lo tanto, mala palatabilidad, y la presencia de ácido butírico) indica la degradación de proteínas por clostridios o enterobacterias

- **Etanol:** también es producto de las fermentaciones del azúcar. Su presencia se correlaciona con la calidad del ensilaje. Valores superiores al 2-3%, provocando problemas de ingestión y palatabilidad. La producción de etanol en ausencia de aire es insignificante, se consideran normales valores inferiores al 1,5%.

Las pérdidas de materia seca y la calidad del ensilaje están determinadas por las condiciones de campo, condiciones previas al ensilaje (cosecha de MS), el tipo de fermentación establecida, el almacenamiento (con oxidación y temperatura), eventuales percolaciones y deterioro aeróbico una vez finalizado.

En condiciones óptimas de almacenamiento y fermentación del producto, las pérdidas de materia seca suelen estar entre el 10 y el 15%, considerando la fase de muestreo en silo como el momento más crítico. Por el contrario, una gestión no óptima del ensilado (mala conservación y ensilaje) puede provocar pérdidas de materia seca superiores al 20%, con una excesiva propagación del moho, llegando incluso al 40% con picos de hasta el 70% en las zonas menos comprimidas. más cercanas a las paredes.

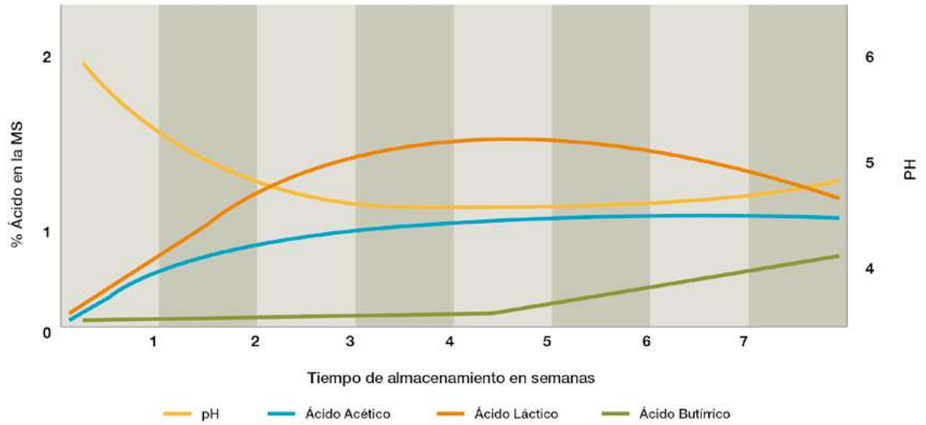
Otros microorganismos

- **Bacterias propiónicas:** son bacterias que requieren anaerobiosis y tienen poca importancia durante la fase de fermentación ya que su desarrollo se ve muy limitado con valores de pH inferiores a 5.

- **Clostridios:** son bacterias anaeróbicas que encuentran las condiciones óptimas para su desarrollo en ausencia de oxígeno, con temperaturas entre 30 y 40°C y un pH entre 4 y 5. Están presentes en la tierra y su presencia excesiva puede provocar fermentaciones nocivas con altas pérdidas. Los clostridios, responsables de la degradación de los azúcares y de la transformación del ácido láctico en ácido butírico, pertenecen al grupo de los clostridios butíricos, que a su vez se divide en dos subgrupos:

- **Clostridios sacarídicos:** los carbohidratos y el ácido láctico fermentan, produciendo sustancias gaseosas (CO2 mi H2) y ácido butírico, un ácido incapaz de bajar el pH e inhibir otros microorganismos.

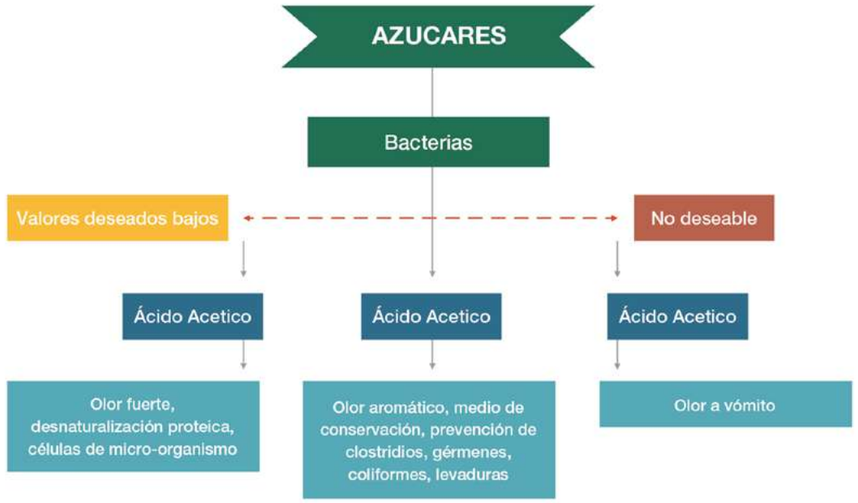
- **Clostridios proteolíticos:** destruyen proteínas y aminoácidos, produciendo, además de ácido butírico y CO2, amoníaco y aminas biogénicas (tóxicas). Estos compuestos de nitrógeno tóxicos y malolientes pueden hacer que el ensilaje quede inutilizable.



Tendencia de las concentraciones de ácido láctico, ácido acético y del pH durante la fermentación.
Nótese la disminución del ácido láctico y el aumento concomitante del pH.
con el inicio de la fermentación butírica.

Con material demasiado húmedo, es decir, con pocas bacterias lácticas presentes y carbohidratos fermentables insuficientes, existe un alto riesgo de fermentaciones butíricas causadas por clostridios. La especie más afectada por la fase de fermentación en silos cerrados es Clostridium tyrobutyricum. Generalmente, este microorganismo en el ensilaje de maíz no encuentra condiciones favorables para su desarrollo, por lo que el problema de los clostridios se traslada más a las fases sujetas a deterioro aeróbico. Cuando el ensilaje se expone al aire, durante la primera fase aeróbica o en caso de rotura accidental de las láminas, los microorganismos acidófilos aeróbicos consumen oxígeno y ácidos orgánicos derivados de la fermentación, inhibiendo el crecimiento de los clostridios.

Los clostridios también pueden sobrevivir en forma de esporas, volviéndose resistentes al oxígeno, al calor, a los ácidos orgánicos y a las enzimas digestivas bovinas. Estas esporas bacterianas, si son ingeridas por el animal, se encuentran intactas en los excrementos y regresan al suelo excepto en el caso de las vacas donde la espora, resistente a los desinfectantes más comunes, pasa a la leche, infectando, en algunos casos, la ubre del animal.



Procesos de metabolización durante la fermentación

■ **Enterobacterias:** estas bacterias anaeróbicas facultativas se desarrollan en las primeras etapas del ensilaje y compiten, en la fermentación de los azúcares, con las bacterias del ácido láctico, liberando principalmente acetato y etanol. Además, pueden hidrolizar proteínas y fermentar los aminoácidos resultantes, produciendo sustancias tóxicas y/o desagradables como amoníaco, aminas y ácidos grasos ramificados. En estos casos, el amoniaco producido dificulta la bajada del pH y favorece el crecimiento de clostridios, mientras que las aminas inciden negativamente reduciendo la palatabilidad del producto.

El crecimiento de estas bacterias, que se detiene con un pH inferior a 4,5, es por tanto indirectamente proporcional al crecimiento de las bacterias lácticas que provocan una mayor caída del pH.

■ **Levaduras:** Son microorganismos anaerobios facultativos que, si no se contrarrestan, son capaces de vivir tanto en ausencia como en presencia de oxígeno. Si su presencia no está controlada y aumenta exponencialmente en las fermentaciones, durante las primeras fases de ensilaje metabolizan los ácidos lácticos ya desarrollados, retrasando la bajada del pH. Posteriormente, en un ambiente libre de oxígeno transforman los azúcares en alcohol. Debido al consumo de ácido láctico, el valor del pH del ensilaje aumenta hasta cinco veces, lo que provoca una fuerte degradación.

Las levaduras son microorganismos muy resistentes al ácido y sobreviven en los silos hasta que se vuelve a abrir. Con un valor de 100.000 levaduras por gramo de ensilaje, su presencia se cataloga como valor crítico. Una fuerte multiplicación en el silo se produce sobre todo cuando se cometen errores en el proceso de ensilado: un llenado demasiado largo del silo y un pisoteo insuficiente permiten que las levaduras se multipliquen fácilmente en condiciones aeróbicas, y después de abrir el silo, si el ensilado no es adecuado, el ya elevado número de levaduras aumenta exponencialmente, lo que provoca un calentamiento y, posteriormente, la creación de moho que provoca la putrefacción del ensilado. El ensilaje normalmente, en silos medianos-pequeños, tiene una temperatura central de 15-20°C. Un calentamiento superior a 25°C o un aumento parcial de la temperatura superior a 3°C con respecto al centro del silo indican un calentamiento que debe controlarse:

■ **Moldes filamentosos:** crecen sólo en presencia de oxígeno, generalmente en la capa superficial del ensilaje que está más expuesta al aire y a la radiación solar.

Suelen desarrollarse en el ensilaje tras unos meses de almacenamiento, o después de la apertura, provocando una disminución de la palatabilidad y valor nutricional del forraje. Si el ensilaje se maneja con las precauciones adecuadas, la anaerobiosis y la alta presencia de ácidos lácticos inhiben el crecimiento de moho, pero si la compactación no se realiza correctamente, sin comprimir adecuadamente y sin el cierre hermético del silo, permitirá que entre aire y consecuentemente se producirá un crecimiento de hongos, dando lugar a moho en el ensilaje caracterizado por colores anormales (amarillo, negro, verde, azul, rojo), diferentes para cada especie de hongo.

Mohos originados por la penetración del aire. Fuente: KWS

Las especies de hongos que se encuentran con mayor frecuencia en el ensilaje pertenecen a los géneros Penicillium, Fusarium, Aspergillus, Mucor, Byssochlamys, Absidia, Arthrinium, Geotrichum, Monascus, Scopulariopsis y Trichoderma. Muchas especies de estos hongos son capaces de producir micotoxinas y por tanto, además del daño económico, si se administra al animal puede provocar una intoxicación alimentaria con resultados más o menos graves según el tipo y cantidad de micotoxina producida. Algunas de las consecuencias que se pueden encontrar en los animales son: palatabilidad, trastornos digestivos, daño hepático o renal, infertilidad, aborto y contaminación de la leche y derivados.

Alimento eficaz para tu ganado

RUMIANTES

6

En las granjas de vacas lecheras, el coste del forraje asciende al 30-35% del coste total de gestión. De ello se deduce que el costo del forraje básico tiene una gran importancia y las decisiones relacionadas con él tienen un impacto significativo en la economía de la empresa.

Diversos análisis demuestran que el ensilaje de maíz, en comparación con otros forrajes básicos, es más conveniente. Hasta la fecha, el ensilaje de maíz constituye, en promedio, el 35% de la ración total del ganado lechero, mientras que para el ganado criado para la producción de carne puede superar el 50%.

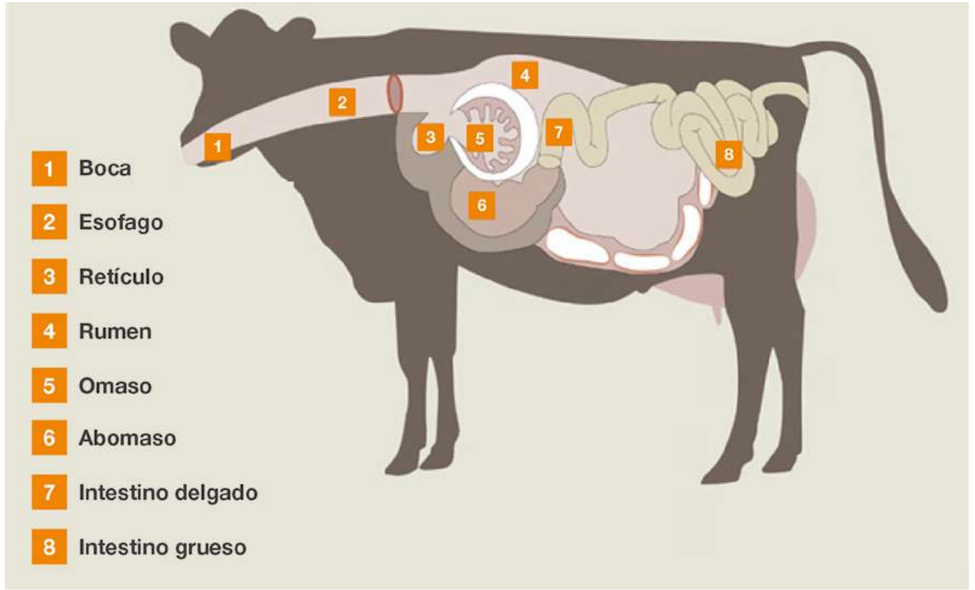
Las ventajas del ensilado de maíz son:

- Forraje muy energético.
- Menor coste.
- Pocos problemas en el cultivo.
- Buena mecanización desde la cosecha hasta el comedero.
- Bajo requerimiento de mano de obra.
- Buena capacidad de fermentación.
- Alto contenido de materia seca con buena estructura.
- Excelente integración con proteaginosas.
- Alto contenido de almidón en ensilaje.
- Grandes rendimientos por hectárea.
- Seguridad en la cosecha.

Hoy en día, la búsqueda de alimento óptimo se calibra según las necesidades específicas de su establo. Además, la optimización de los costes de producción es la clave para unos ingresos elevados y un alto rendimiento de leche y carne.

La estructura y función del sistema digestivo en rumiantes

El sistema digestivo de los rumiantes es mucho más complejo que el de los animales monogástricos, estando compuesto por cuatro estómagos diferentes: retículo, rumen, omaso y abomaso.



El sistema digestivo del ganado. Fuente: KWS

En el ganado vacuno la actividad digestiva comienza en la boca, parte fundamental del proceso. Después de triturar el alimento y reducir su tamaño con los dientes, el forraje consumido se envía al rumen donde se absorbe y regresa a la boca. En la boca, el forraje se mastica aún más, facilitando el ataque de las bacterias. A continuación, los gases producidos durante la masticación se expulsan de la boca.

Al regresar al rumen, el bolo es atacado por bacterias que pueden iniciar fermentaciones produciendo gas (especialmente metano y dióxido de carbono) y energía. Aquí las partículas de fibra flotan en el líquido del rumen que queda en la parte superior y, a medida que avanza el proceso de fermentación, las partículas no digeribles (unidas por la lignina) se acumulan y aumentan de tamaño y peso, hasta crear un bolo de fibra totalmente indigerible que sale del rumen.

La pared del rumen está cubierta de vellosidades que aumentan 7 veces la superficie de la mucosa y contribuyen a un mejor intercambio de sustancias. El tamaño y distribución de las vellosidades en el rumen están sujetos a continuos cambios que dependen sobre todo de la dieta. En caso de poca disponibilidad de alimento, las vellosidades disminuyen con tiempos de rebrote de aproximadamente 2-3 semanas.

Además, en el rumen hay un líquido llamado líquido ruminal. En su interior hay de 109 a 1100 bacterias, 106 protozoos (unicelulares) y 105 hongos, para un total de 5/7 kilogramos de masa fresca de microbios. Estos microorganismos son los responsables de la digestión y su composición varía dependiendo de la composición del forraje. Las bacterias presentes, sobre todo anaerobios, son capaces de descomponer carbohidratos y proteínas.

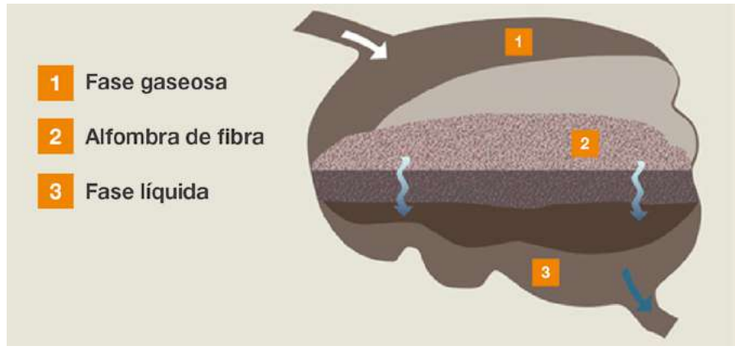
Un requisito previo para una fermentación óptima en el rumen es la adaptación de los microorganismos a su respectivo entorno y al tipo de nutrición que reciben. Se necesitan al menos cuatro semanas para que los microorganismos se adapten a la nueva composición del forraje y, en consecuencia, para lograr una digestión óptima. Por este motivo, un cambio en la nutrición, tanto en calidad como en cantidad, nunca debe ser brusco, sino que debe ocurrir de forma lenta y gradual. El equilibrio es frágil y para evitar pérdidas en la producción hay que perturbarlo lo menos posible.

El rumen, lugar donde se produce aproximadamente el 70% de la digestión bovina, junto con el retículo constituyen una unidad funcional que ocupa casi toda la mitad izquierda de la cavidad abdominal.

En el abomaso, las células glandulares, ubicadas en el revestimiento del estómago, producen ácido clorhídrico y enzimas para digerir proteínas (pepsina). Este proceso reduce enormemente el pH (aproximadamente pH 2,0-3,5), eliminando microorganismos y activando enzimas producidas por el propio cuerpo.

A diferencia de la parte de celulosa y hemicelulosa que, habiendo pasado del rumen sin ser digeridas, no pueden fraccionarse más, las proteínas y los microbios del rumen contenidos en el bolo serán digeridos en el abomaso.

El principal requisito para la digestión fisiológica en el abomaso es el funcionamiento óptimo del rumen con una llegada regular de alimento al abomaso. Si se alteran los procesos fisiológicos, el abomaso se desequilibra, como ocurre con la acidosis y la cetonemia.



Corte transversal esquemático de las diferentes estratificaciones del rumen. Fuente: KWS

Después de la predigestión en el rumen, el bolo pasa al retículo, ubicado cerca de la boca del esófago, hacia el rumen. La función principal de la parte del estómago es tamizar el flujo de alimentos. Aquí no tienen lugar procesos digestivos, pero las partículas finas se envían desde aquí directamente al omaso, donde el agua se absorbe del alimento mediante contracción, lo que permite exprimirla y espesar el alimento. También en este caso la digestión microbiana es limitada.

La digestión que se produce en el retículo, en el rumen y en el omaso se realiza gracias a microorganismos como bacterias, hongos y protozoos. Estos permiten a los rumiantes degradar y utilizar la celulosa y la hemicelulosa.

El omaso y el intestino delgado están conectados por el abomaso. Sitio principal de digestión enzimática, corresponde al estómago de los monogástricos debido a los procesos digestivos que se desarrollan en su interior.

En el intestino delgado, el compuesto que llega desde el abomaso en condiciones ácidas es neutralizado por las secreciones del páncreas, la vesícula biliar y el rumen. Las enzimas ya presentes en el cuerpo, la lipasa y la amilasa, son responsables de la digestión de las grasas y el almidón.

En comparación con los monogástricos, la actividad de las enzimas en el intestino delgado es baja y, por tanto, la capacidad de digerir el almidón y las grasas es limitada. Por ejemplo, la cantidad de almidón en el intestino delgado debe ser de 1,5 kg como máximo por vaca y día. Además, una ingesta elevada de proteínas en el intestino delgado puede provocar cólicos y diarrea.

La absorción de agua del compuesto, la digestión del almidón y las proteínas residuales se producen en el intestino grueso. Durante el proceso también se producen ácidos grasos como acetato, propionato y butirato, que ya no pueden utilizarse como fuente de energía.

Procesos de descomposición en el rumen

El correcto funcionamiento del rumen es condición esencial para una alta asimilación del forraje, un uso eficiente de los valores nutricionales y un bajo impacto ambiental.

Dentro de este apartado, los microorganismos que participan en la digestión implementan importantes sinergias, influyendo positivamente, con los productos de la metabolización, en los demás microorganismos implicados en el proceso de asimilación.

No es sólo la composición de la población microbiana lo que afecta el rendimiento del rumen. La velocidad y capacidad de los procesos de descomposición del sistema y el valor del pH están determinados por múltiples factores como, por ejemplo, la composición de los nutrientes, la cantidad de forraje asimilado y el tiempo que el alimento permanece en el rumen (tasa de recorrido).

Digestión de carbohidratos en el rumen

Analíticamente hablando, los carbohidratos se agrupan en la fracción de fibras detergentes neutras (FND), mientras que la celulosa y la lignina constituyen el grupo de fibras detergentes ácidas (FDA).

En los forrajes vegetales los carbohidratos están presentes en dos formas principales:

- Carbohidratos de reserva: principalmente representantes de la sacarosa y el almidón, que junto con las pectinas forman parte de los carbohidratos no fibrosos (NFC).

- Carbohidratos estructurales: bajo el término genérico de fibra bruta, dividida en celulosa y hemicelulosa, elementos responsables de la estabilidad de las plantas y presentes en sus paredes celulares. La lignina, de la que depende la digestibilidad del forraje, se incluye en esta categoría, aunque en realidad sea un polifenol. La celulosa, la hemicelulosa y la lignina provocan un aumento del efecto estructural de la ración en el rumen; de hecho, en ausencia de fracciones fibrosas, la formación de la capa flotante del alimento no sería posible.

A diferencia de los carbohidratos de reserva, que también pueden ser digeridos por no rumiantes, la descomposición de los carbohidratos estructurales requiere microorganismos presentes únicamente en el rumen, donde se reducen a cadenas cortas de ácidos grasos, absorbidos por la pared del rumen. La estructura de los ácidos grasos y cómo interactúan entre sí depende de la composición de nutrientes del forraje. Los principales derivados de la descomposición bacteriana de los carbohidratos son: ácido butírico, ácido acético y ácido propiónico. La producción diaria de estos ácidos, condicionada por el valor del pH en el rumen, es de aproximadamente 3,5 l de ácido propiónico, 6 l de ácido acético y 0,5 l de ácido butírico. El valor de pH ideal está entre 6,2 y 7,0. Los valores de pH inferiores a 6,2 provocan acidosis ruminal (subclínica).

La regulación del valor del pH en el rumen está influenciada por la composición del forraje y la producción de saliva, que contiene una gran cantidad de bicarbonato de sodio (básico) y tiene un valor de pH de aproximadamente 11.

Dependiendo de la cantidad y composición del forraje, el ganado produce entre 180 y 300 litros de saliva al día para amortiguar los ácidos producidos durante la digestión en el rumen. Otros mecanismos reguladores para estabilizar el ambiente del rumen son la adaptación de la pared y las vellosidades a la composición del forraje; por ejemplo, un cambio gradual y específico a forrajes ricos en almidón puede aumentar la permeabilidad de las paredes del rumen a las cadenas cortas de ácidos grasos.

Una asimilación excesiva de carbohidratos fácilmente degradables, como el azúcar y el almidón fácilmente fermentables, conduce a un rápido aumento de la concentración de ácido propiónico y, en consecuencia, a una disminución del valor del pH en el rumen, lo que puede provocar una hiperacidez del rumen. En este caso, se debe reducir el porcentaje de almidón rápidamente degradable presente en el rumen y aumentar el porcentaje de fibras crudas en la dieta.

El almidón presente en el grano de maíz tiene características diferentes: es más resistente y sólo puede ser degradado lentamente por los microorganismos. Por tanto, el almidón procedente del grano de maíz o de la harina de maíz es una fuente energética equilibrada para el rumen y previene la hiperacidez provocada por una liberación demasiado rápida de ácido.

Gran parte del almidón que no se descompone en el rumen está disponible en el intestino como fuente de energía donde se convierte, mediante un proceso enzimático, directamente en glucosa y puede utilizarse como fuente inmediata de energía.

Digestión de proteínas en el rumen

Los microorganismos del rumen descomponen las proteínas en péptidos, aminoácidos, amoníaco y ácidos grasos, que se absorben a través de la membrana mucosa del rumen. Los aminoácidos sirven como nutrientes esenciales para algunos microorganismos del rumen, y son absorbidos y metabolizados por ellos.

Las proteínas que no se descomponen en el rumen se digieren en el abomaso y en algunas partes del intestino delgado con la ayuda de enzimas gástricas. Aquellas que no son descompuestas en el rumen por los microorganismos se denominan proteínas de derivación o proteína no degradable en el rumen, es decir, proteína de derivación (RUP). El porcentaje de RUP depende de la composición del forraje y de la posibilidad de descomposición por microbios en el rumen.

La mayoría de los péptidos y aminoácidos del rumen se descomponen en amoníaco, que es utilizado por numerosas bacterias del rumen para llevar a cabo la síntesis de proteínas microbianas. Gracias a la digestión de la masa microbiana, un ganado satisface aproximadamente el 80% de su requerimiento proteico diario. Se debe considerar que la cantidad de proteínas suministradas es suficiente para mantener el sustento del ganado para la producción de 12 a 15 kg de leche. Añadiendo las proteínas bacterianas y el RUP, obtenemos la cantidad de proteínas que un forraje puede proporcionar pasando por todos los estómagos e intestinos: esta cantidad se llama proteína bruta útil.

Además, en este contexto, también es importante el balance de nitrógeno en el rumen, expresando el aporte de un forraje en el requerimiento de nitrógeno de los microorganismos ruminales. Los datos se expresan de la siguiente manera:

NECESIDAD RUMINAL = XP (proteína cruda en forraje) – nXP (proteína cruda útil) / 6,25

Un valor negativo significa una insuficiencia de proteínas (nitrógeno) en el rumen, mientras que un valor positivo significa un exceso. El exceso de proteínas y nitrógeno en el rumen lleva al bovino a una mayor carga sobre el metabolismo del hígado y del propio rumen. Los rumiantes son capaces de reutilizar el nitrógeno en el ciclo hepático del rumen, que puede aportar hasta el 50% del nitrógeno que necesita el animal. El nitrógeno del proceso del rumen es procesado por el hígado, termina en la saliva y luego regresa al rumen.

En el líquido ruminal lo óptimo es tener un valor de 10-25 mg NH3/100 ml, valores superiores a 40 mg NH3/100 ml pueden provocar alcalosis ruminal (valores de pH>7).

El contenido de urea en la leche es un método práctico para juzgar el suministro de proteínas en el ganado; si el valor óptimo está entre 180-250 ppm, en leche, valores inferiores a 180 ppm significan deficiencia proteica; valores superiores a 250 ppm significan una ingesta de proteínas demasiado alta.

Requerimientos de nutrientes en vacas lactantes

Garantizar una dieta energética y rica en nutrientes a las vacas lecheras es la base para una buena salud, fertilidad y producción. Por eso es muy importante conocer las necesidades y calibrar las raciones en esta dirección. Dos puntos clave a considerar en cada ocasión:

- La calidad y valores energéticos de los forrajes utilizados.
- La verdadera cantidad de forraje asimilado por los animales.

Además, es importante una nutrición suficiente con oligoelementos y vitaminas.

Necesidad de energía

El sistema de lactancia de energía neta (NEL), expresado en megajulios (Mj), evalúa los nutrientes del forraje y estima las necesidades energéticas de las vacas lecheras. En particular, estas últimas deben dividirse en necesidades de mantenimiento y necesidades de producción.

El requerimiento de mantenimiento depende del peso vivo del animal y describe la cantidad de nutrientes que una vaca adulta no lactante y no preñada necesita para mantener el metabolismo funcionando, mientras que el requerimiento de producción se suma al requerimiento de mantenimiento y describe el uso de nutrientes para la producción de leche, el crecimiento del feto y otros tejidos durante el embarazo.

La tabla muestra los requisitos de mantenimiento de vacas lecheras con diferentes pesos vivos.

Peso Vivo (kg)	Requerimiento de mantenimiento (MJ/día)
500	31
550	33,3
600	35,5
650	37,7
700	39,9
750	42
800	44,1

Requerimientos de mantenimiento de vacas lecheras con diferentes pesos vivos

Para la producción de leche se deben considerar los valores energéticos adicionales mencionados en tabla 10. La producción de leche depende del porcentaje de grasa de la leche. Por ejemplo, una vaca de 650 kg que produce 35 kg de leche por día con un 4% de grasa necesita una cantidad energética diaria de 153,2 MJ NEL.

Peso Vivo (kg)	Requerimiento de mantenimiento (MJ/día)
3,0%	2,9
3,5%	3,1
4,0%	3,3
4,5%	3,5
5,0%	3,6

Requerimiento energético por kg de leche en función del porcentaje de grasa

Necesidades proteicas

Los valores en la tabla pueden dar una indicación de las necesidades proteicas de las vacas lecheras. Una vaca de 650 kg con una producción de leche de 35 kg y un valor de proteína láctea del 3,4% necesita 3425 g de nXP al día.

Mantenimiento	Proteina Grasa Util (nXP)
500 kg	390 g/d
550kg	410 g/d
600 kg	430 g/d
650 kg	450 g/d
700 g	470 g/d
750 kg	490 g/d
800 kg	510 g/d

Producción de leche	Proteina Grasa Util (nXP)
Leche con 3,2% de proteina	81g/kg leche
Leche con 3,4% de proteina	85g/kg leche
Leche con 3,6% de proteina	89g/kg leche

Valores indicativos del requerimiento de proteínas brutas útiles (nXP)

La asimilación del forraje

La cantidad necesaria de forraje a asimilar depende, en las vacas lecheras, de su cuota de producción y de la concentración energética del forraje.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de masa seca a asimilar para cubrir las necesidades de NEL de una vaca lechera con 650 kg de peso vivo en función de los diferentes valores energéticos del forraje y en relación con la producción de leche. En la práctica, los forrajes pueden alcanzar un valor energético de 7 o un máximo de 7,3 MJ NEL/Kg MS, siendo difíciles de alcanzar valores superiores. Por este motivo es muy importante tener una alta asimilación de forraje para tener una alta producción.

	MJ NEL / kg MS						
	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6
10	13,6	12,6	11,8	11,0			
15		15,6	14,5	13,6	12,8		
20		18,6	17,3	16,2	15,2	14,7	
25			20,0	18,8	17,7	16,7	15,8
30			22,8	21,4	20,1	19,0	18,0
35				23,9	22,5	21,3	20,2
40				26,5	25,0	23,6	22,3
45					27,4	25,9	24,5
50					29,8	28,2	26,7

En el primer tercio del periodo de lactancia se busca tener un valor energético de al menos 7,0 MJ NEL/ Kg MS. Por ejemplo, con un valor energético de 7,2 MJ NEL/Kg MS y una asimilación de forraje de 21,3 kg sobre masa seca (MS), la energía disponible es suficiente para una producción de 35 kg de leche por día.

La asimilación media es de 21-25 kg de MS por animal y día, las asimilaciones medias superiores de forraje son raras y se consiguen sólo en casos particulares de lactancia múltiple y con pesos vivos elevados.

Para una mayor producción una vaca debe asimilar más forraje o utilizar las reservas energéticas del organismo. También hay que considerar que las vacas primíparas tienen una asimilación media de forraje menor que las vacas que ya parieron (-8 a -10%).

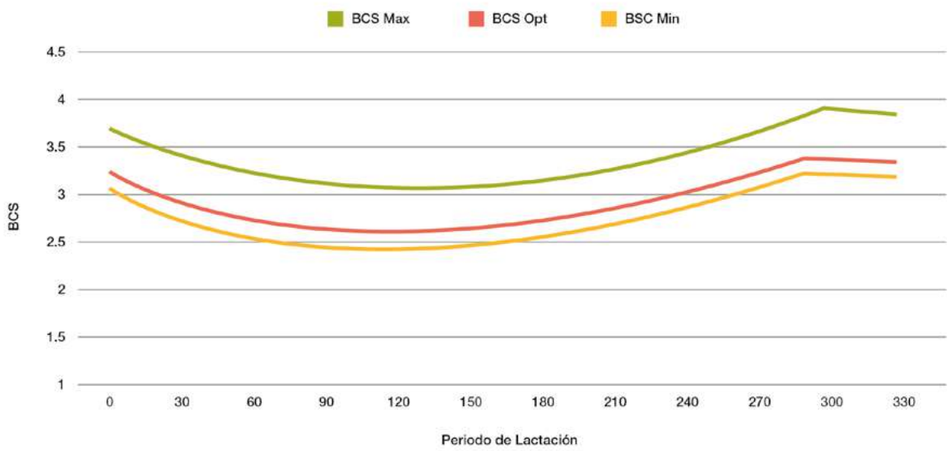
En un ensayo realizado en LVZ Futterkamp (2012), las vacas primíparas comieron una media de 7 veces al día y asimilaron 18,9 kg de MS; en cambio, las vacas previamente preñadas comieron 21,4 kg de MS un promedio de 6,5 veces. Fisiológicamente, la asimilación de forraje en las primeras 4-6 semanas después del parto es aproximadamente un 20-25% menor; este dato debe ser considerado en la planificación nutricional.

Para juzgar la nutrición y asimilación de forrajes de un rebaño se pueden realizar dos valoraciones:

1. Evaluación de la asimilación de forrajes. El sistema Body Conditioning Score (BCS) es un sistema muy práctico para estimar el estado de las vacas y evaluar la asimilación de forraje. La condición corporal (porcentaje de carne y grasa) se estima observando puntos definidos de la vaca: juzgando los cuartos traseros, observando la última parte de la columna (zona lumbar), la pelvis y las vértebras coccígeas. Las calificaciones varían de 1 (demacrado/esquelético) a 5 (muy gordo).

Puntuación de acondicionamiento corporal (BCS) de izquierda 1 a derecha 5.

Las calificaciones, junto con los datos del control de la leche, dan una buena indicación de las condiciones de salud y alimentación de cada animal y proporcionan una visión general del establo;



Curva BCS perfecta durante el periodo de lactancia.

2. Evaluación del llenado ruminal: El llenado del rumen bovino puede determinarse por variaciones en la fosa paralumbar, porción ubicada en el lado izquierdo del cuerpo debajo de la vértebra lumbar. Para esta evaluación existe un índice que va desde 1 (caderas muy hundidas) hasta 5 (caderas no hundidas).

La evaluación fecal también es muy importante, ya que la consistencia y fibrosidad de las heces proporcionan información sobre la digestión de la vaca. Se evalúa el olor, color, qué tan fibrosos son y los componentes del forraje no digerido. Por ejemplo, los forrajes ricos en almidón y bajos en fibra (como muchos cereales y mucho ensilaje de maíz) provocan deposiciones más líquidas porque en ausencia de fibra, la digestión se produce más rápidamente y la presencia de mucho almidón no digerido llega al intestino delgado, donde el proceso de fermentación conduce a un mayor contenido de agua y esto da lugar a heces más líquidas. Para asegurar una digestión óptima, reconocible en la composición de las heces, en el forraje debe existir una relación proporcional entre energía, proteínas y estructura.

Forraje no digerido

La presencia de forraje no digerido en las heces proporciona información sobre la digestión ruminal. Un alto porcentaje de cereales no digeridos (cereales de otoño-invierno, maíz) puede deberse a:

- Falta de rotura de los granos.
- Pocos hidratos de carbono listos para el consumo y, por tanto, falta de energía para los microbios del rumen con la consiguiente mala digestión (puede ocurrir cuando se utiliza forraje fresco picado).
- Digestión demasiado rápida provocada por forrajes con muchos carbohidratos fácilmente solubles (muchos cereales, muchos ensilajes de maíz con un alto porcentaje de almidón) o durante el pastoreo (muchas proteínas se digieren rápidamente).
- Falta de nitrógeno y proteínas en el rumen (digestión lenta).

Muy poca proteína o energía disponible en el rumen conduce a dificultades en la digestión y en el desarrollo de microorganismos; con una digestión demasiado rápida, de hecho, el forraje no permanece el tiempo suficiente en el rumen y las fibras largas llegan al intestino.

Ensilaje de maíz en la alimentación del ganado

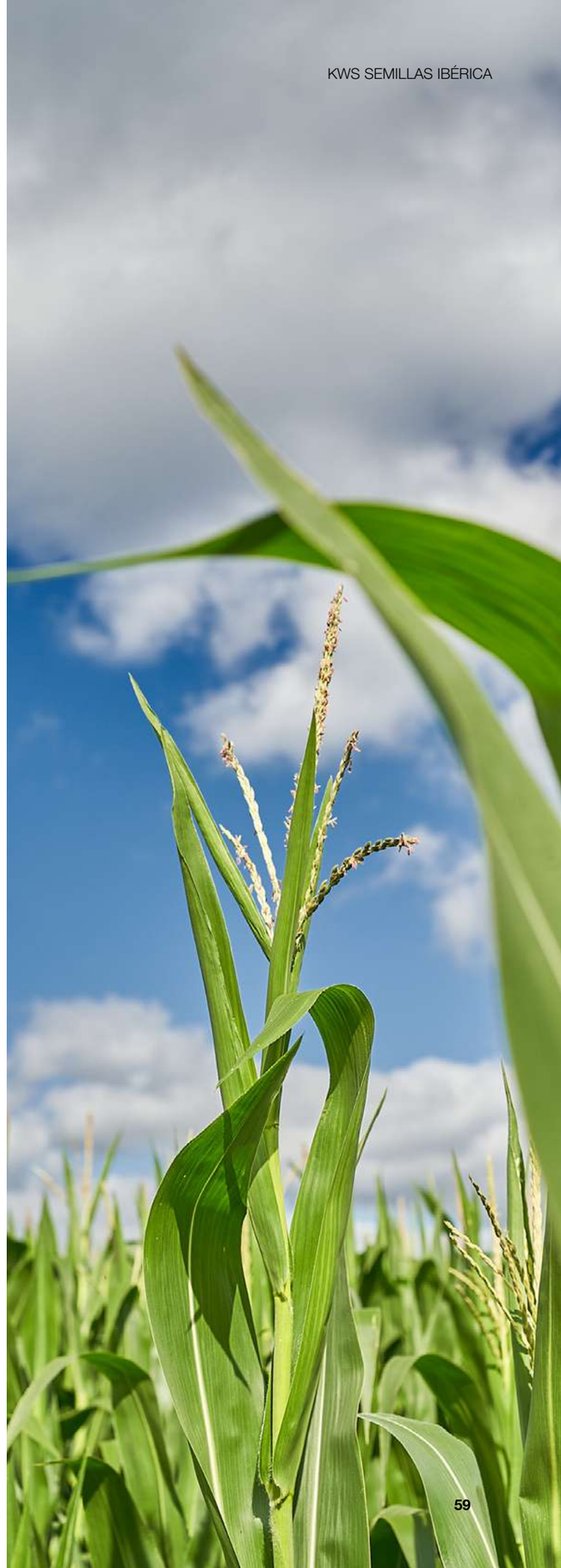
En comparación con el ensilaje de hierba, el ensilaje de maíz tiene las siguientes ventajas:

- Sabor agradable.
- Calidad homogénea en el silo.
- Alta concentración de energía (aproximadamente 6,5 a 7,0 MJ NEL/kg MS).
- Buena calidad del almidón digerido en el rumen en tiempos medianos.
- Presencia de fibras crudas con buena estructura.
- Ventajas económicas productivas.

En una explotación agrícola media, más del 30% de los costes totales de producción se destinan al forraje. Con una alta producción de leche, las ventajas del maíz picado son evidentes porque permiten aumentar la producción manteniendo bajos los costos.

La elección de la variedad depende de las condiciones de la empresa (superficie, costes de riego, etc.). La ayuda para elegir la variedad de maíz para una empresa productora de leche se muestra en el siguiente gráfico.

Situación	Necesidades	Selección de variedades
Elevados costes de superficie Poca superficie	Alta producción de maíz con alto porcentaje de energía	• Planta alta con porcentaje de energía de mazorca medio. • Valor energético o de almidón medio. • Alta producción de materia seca.
Mucho pastoreo Bajos costes de superficie	Maíz de calidad con alto valor de energía	• Planta con altura media. • Alto porcentaje de grano. • Valor energético o de almidón alto. • Producción media de materia seca.
Alto porcentaje de maíz en el forraje (>70%) Poco pastoreo	Maíz con un porcentaje medio de almidón y una buena digestibilidad	• Planta alta con altura media. • Porcentaje medio de grano. • Valor energético o de almidón alto. • El FAO y las condiciones meteorológicas influencian mucho la digestiblididad.



Harina de maíz

PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

7

La harina de maíz representa un componente fundamental en la dieta del ganado, especialmente en contextos agrícolas modernos donde la eficiencia de la producción ganadera es crucial. Se trata de una forma de conservación y uso del maíz que explota todo el sistema vegetativo de la planta, incluidos el tallo, las hojas, las mazorcas y el grano, creando un alimento equilibrado, rico en energía y de fácil digestión para el ganado y otros animales de granja.

Una de las principales características de la harina de maíz es su mayor contenido de almidón en comparación con el ensilaje de maíz. Cuando se habla de harina hay que distinguir entre:

- **Harina integral:** compuesto por grano, mazorca y parte de las brácteas. La producción en masa de harina integral es mayor, el contenido de NDF es mayor y el contenido de almidón es menor;

- **Harina de granos:** ensilaje compuesto únicamente de cereales. Utilizado tanto en rumiantes como en especies monogástricas gracias a su palatabilidad. Más fácil de almacenar que el integral porque tiene una composición de partículas más homogénea.

Harina Integral	
Humedad	35%
MS	65%
Cenizas (%MS)	2%
Grasa (%MS)	5%
Proteina (%MS)	8%
NDF (%MS)	20%
ADF (%MS)	9%
ADL (%MS)	1,50%
Almidón (%MS)	60%

Componente de cereales	
Humedad	35%
MS	70%
Cenizas (%MS)	2%
Grasa (%MS)	4%
Proteina (%MS)	10%
NDF (%MS)	11%
ADF (%MS)	3%
ADL (%MS)	0,50%
Almidón (%MS)	70%

Para la harina se recoge el grano o la mazorca con un contenido de humedad que varía del 35% al 40%. Se trata, por tanto, de una cosecha aplazada respecto a la producción de silo triturado y anticipada respecto de la producción de cereales.

En el caso de la harina sólo de granos, el producto debe tender a estar más seco o podrían existir muchos granos rotos.

El germen (rico en proteínas y grasas permanecería adherido a la mazorca, dando como resultado un producto final cualitativamente inferior.

Manejo de la harina de maíz

La harina de maíz se obtiene cosechando y ensilando la mazorca de maíz. La elección del híbrido es muy importante: debe ser un híbrido adecuado para ese fin. Se debe preferir un híbrido que tenga más probabilidades de producir grano, con una pérdida de humedad no demasiado rápida en comparación con uno triturado.

El manejo del maíz para harina, en el campo, se da de la misma manera que el maíz en grano: se siembra, se fertiliza y se trata de la misma manera. Una vez pasado por completo el estado ceroso se procede a la cosecha del maíz. En este caso, el nivel de humedad sigue siendo constante por lo que la mazorca, en el caso de la harina integral, aún está tierna y puede romperse. Si se retrasa la recolección, con la consiguiente reducción de la humedad, el mosto será más rico en almidón, pero con posibles problemas durante el ensilado.

Para el ensilaje de la harina se utilizan las mismas técnicas que para el ensilaje de maíz. Debe ser lo más homogéneo posible y eliminar el oxígeno. Además, es necesario controlar las fermentaciones anómalas y los fenómenos de oxidación (visibles al desarmar el silo, gracias a unas líneas horizontales más oscuras) que podrían deberse a largos intervalos durante la elaboración. En el caso de la harina integral, la compactación es más compleja debido a la presencia de la mazorca. esponjoso.

Hay que tener cuidado de que el producto no quede demasiado seco, de lo contrario se podrían formar bolsas de aire. Además, no se debe sobrepasar la presión, de lo contrario los gases de fermentación que se forman podrían provocar laceraciones. Si es necesario, puedes hacer pequeños agujeros para ayudarlas a escapar, teniendo cuidado de cerrarlos con cinta adhesiva al cabo de unos días.

El grano y la harina de maíz

Una vez recolectado el grano seco de maíz, se administra a los animales de diversas formas:

- En mazorca.
- En grano entero o descascarado.
- Como la harina de maíz (grano molido), con diferentes niveles de finura: consiste en moler el grano entero, es decir que contiene la parte cortical y el germen. Este último es muy utilizado en la dieta de todas las especies animales y, gracias a esta forma, representa el cereal más habitualmente introducido en los piensos.

La harina, además de ser más apetecible y nutritiva que un cereal integral, también es más digerible y, sobre todo, se mezcla más fácilmente con otros alimentos/ingredientes, convirtiéndose así en el ingrediente básico para la alimentación de ganado vacuno, porcino y aves.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la harina de maíz es rica en hidratos de carbono, pero con bajo poder glucémico. Es por tanto un alimento energético que, sin embargo, ralentiza la absorción de azúcares. Bajos en proteínas, por lo que hay que complementarlos con alimentos proteicos, pero también es fuente de vitamina A y B1 además de contener hierro, fósforo y potasio.

Micotoxinas

Si la cosecha del maíz se realiza en un período caracterizado por una alta humedad, se corre el riesgo de incurrir en un factor de riesgo para el desarrollo de hongos y por tanto de toxinas. Las micotoxinas son producidas por numerosos organismos fúngicos que pueden colonizar alimentos destinados al consumo humano y animal. Tienen propiedades inmunosupresoras y tóxicas, lo que produce efectos directos sobre el estado de salud del animal y, por tanto, reduce el rendimiento productivo. Favoreciendo su producción: condiciones estresantes de las plantas en el campo y malas condiciones de almacenamiento.

Dado que supone un riesgo para la salud humana y provoca daños económicos a los agricultores y a la cadena de producción, existen normas precisas sobre los niveles máximos permitidos, tanto a locales como comunitarios. Incluso la administración de alimentos ligeramente contaminados (que no superen los límites legales), si se continúa, puede provocar un empeoramiento del rendimiento de la producción con las consiguientes pérdidas económicas.

Espiga contaminada de Penicillium

Las micotoxinas, por tanto, representan un riesgo real de contaminación de productos de origen animal. En resumen:

- **Ganado:** el principal riesgo está determinado por la aflatoxina B1, que se transfiere a los alimentos como M1. Sin embargo, el riesgo sigue siendo limitado en el caso del uso de ensilaje de maíz, especialmente si es de buena calidad.
- **Cerdos:** el principal riesgo está determinado por la ocratoxina, que se transfiere al hígado, los riñones y los músculos y la grasa, provocando un peligro para los productos delicatessen.

La prevención es siempre la mejor solución. Esto se puede hacer controlando el pienso utilizado e interviniendo en caso de concentraciones elevadas, teniendo cuidado de eliminar cualquier alimento. En el caso de las explotaciones lecheras, es una buena práctica controlar también periódicamente la leche.

Aflatoxinas

Las aflatoxinas son hepatotóxicas. Los animales expuestos a este tipo de toxinas sufren daños hepáticos, defensas inmunitarias reducidas y son más susceptibles a diversos patógenos. Al ser ingeridos, en el caso del ganado vacuno, se convierten en sustancias más solubles en el hígado. En particular, la aflatoxina B1 se transforma en aflatoxina M1, que luego se transfiere a la leche. En lo que respecta a la ganadería, esta toxina juega uno de los aspectos más importantes y los niveles de AFM1 permitidos en la leche son muy bajos (50 ng/kg).

Espiga contaminada de Aspergillus

En general, en el ganado vacuno las aflatoxinas provocan problemas hepáticos, encefalopatías, edemas y menor ingesta de alimentos ligados a una menor producción. En el caso de la cría de cerdos y pollos, si los animales ingieren alimentos contaminados, experimentan una reducción de su rendimiento y un aumento del grado de inmunosupresión, pero no hay evidencia de una contaminación significativa de la carne y los huevos.

La mayoría de las aflatoxinas se concentran en las semillas partidas, que son más pequeñas que las semillas enteras. Por tanto, es útil recurrir al cribado del maíz destinado a la alimentación.

Fuminosa

Las fumonisinas son de dos tipos: FB1 y FB2, ambas con efectos inmunosupresores. La FB1, en particular, en la cría de cerdos, se manifiesta con pérdida de apetito y rechazo de la comida y se transfiere de los alimentos a diversos órganos/tejidos, causando daños a los pulmones y al hígado o afectando a los riñones y al páncreas. En el ganado bovino es responsable de efectos hepatotóxicos y neurotóxicos. Si la exposición se produce durante períodos prolongados, la tasa de concepción se reduce. En el caso de las gallinas ponedoras, las fumonisinas parecen transferirse desde los alimentos contaminados al hígado y los riñones, pero en cantidades insignificantes a otros órganos o huevos.

Espiga contaminada de Fusarium

Zearalenona

Zearalenona o ZEA tiene efectos relacionados con el órgano reproductor. En general se puede decir que afecta principalmente al ámbito reproductivo: en el caso de las cerdas provoca edemas vulvares y uterinos, vulvovaginitis, quistes ováricos y abortos. En el caso de los hombres, sin embargo, provoca una mala formación de espermatozoides y una reducción de la fertilidad. En el ganado lechero provoca hipofertilidad y menor tasa de concepción, con abortos, vaginitis y edema vulvar. En las gallinas ponedoras es posible encontrar algunos residuos en los huevos, especialmente en la yema, el hígado y la carne, si la exposición a este tipo de toxinas se produce de forma prolongada y continua.

Espiga contaminada de Zearalenona

Deoxinivalenol

El deoxinivalenol o DON es un potente inhibidor de la síntesis de proteínas, provoca pérdida de apetito y rechazo de alimentos, vómitos y menor resistencia a las enfermedades. Los cerdos son la especie más sensible al DON, pero también provoca efectos inmunosupresores evidentes en los rumiantes.

En el caso del ganado vacuno afecta la eficiencia ruminal, provocando dismetabolismos gastrointestinales (diarrea, heces con presencia de sangre o mocos, reducción de la ingestión).

Espiga contaminada de Fusarium

Ocratoxina

La ocratoxina es nefrotóxica e inmunosupresora. La principal consecuencia es la menor producción de leche (en el caso del ganado lechero) y de huevos (en el caso de las aves de corral). Además, la ocratoxina tiene un efecto nefrotóxico en todos los mamíferos.

El cerdo, en particular, es la especie más sensible a esta toxina y tiende a acumularla en los despojos, la grasa y el músculo, transmitiendo así la toxina a la carne destinada al consumidor y, en particular, a los productos delicatessen (cocidos o crudos).

Espiga contaminada de Penicilium

Leyenda de Acrónimos

Acrónimo	Significado
NDF (Fibra Detergente Neutra)	Celulosa, Hemicelulosa, Lignina
ADF (Fibra Detergente Neutra)	Celulosa y Lignina
ADL (Lignina Detergente Acida)	Lignina
NDF - ADF	Hemicelulosa (facilmente atacable por las bacterias, medianamente fermentable)
ADF - ADL	Celulosa (Atacable por las bacterias, lentamente fermentable)

Parámetros para analizar en laboratorio, abreviatura, rango de valores típicos y definición del silaje de maíz.

Parámetros	Abreviatura	Rango de valores típicos	Definición
Materia Seca	MS	30 - 40%	Contenido de materia seca que no es agua.
Proteina bruta o cruda	PB o PC	7 - 9%	Cantidad total de nitrógeno.
Fibra detergente neutra	FDN	35 a 60%	Total de carbohidratos estructurales o pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina).
Fibra detergente ácida	FDA	20 a 35%	Parte de los carbohidratos estructurales (celulosa y lignina).
Lignina	LDA	4 a 8%	Polímero contenido en la pared celular. No es digetible.
Almidón	ALM	0,5 a 38%	Carbohidrato de reserva de los vegetales.
Extracto etéreo	EE	3 a 7%	Ácidos grasos de reserva (aceite).
Cenizas	CZ	4 a 10%	Minerales (macro y microminerales).
Nitrógeno insoluble en detergente ácido	NIDA	0,1 a 1%	Cantidad de nitrógeno total que ha sufrido daño por calor y es indigestible.
Digestibilidad de la materia seca	DIVMS	55 a 75%	Cantidad de alimento retenido en el tracto gastrointestinal que aprovecharía el animal y por lo tanto no aparece en las heces. %DIVMS = 88,9 - (0,779*FDA)
Energía metabolizable	EM	2,0 A 2,6 Mcal EM/ kg MS	Energía contenida en el silaje.
Total de nutrientes digestibles	TND	65 - 75%	Es la suma de los nutrientes orgánicos digestibles que están disponibles para el animal. %TND = 87,84 - (0,7*FDA)
Digestibilidad de la FDN		45 a 60%	
pH	pH	3.8 a 4.2	Indica el nivel de acidez.
Ácido Láctico		6 - 8%	Ácido producido durante el proceso fermentativo.
Ácido Butírico		< 2%	Ácido producido durante el proceso fermentativo.
Ácido Acético		1 a 3 %	Ácido producido durante el proceso fermentativo.
Ácido Propiónico		0 a 1 %	Ácido producido durante el proceso fermentativo.
Nitrógeno	N - NH3	< 15%	Proporción de la proteína que se encuentra en la más baja forma nutricional.

Nuestro maíz
es la leche

Somos la empresa número 1 en ventas de maíz para silo en Europa*.

*AMIS Kleffmann 2019

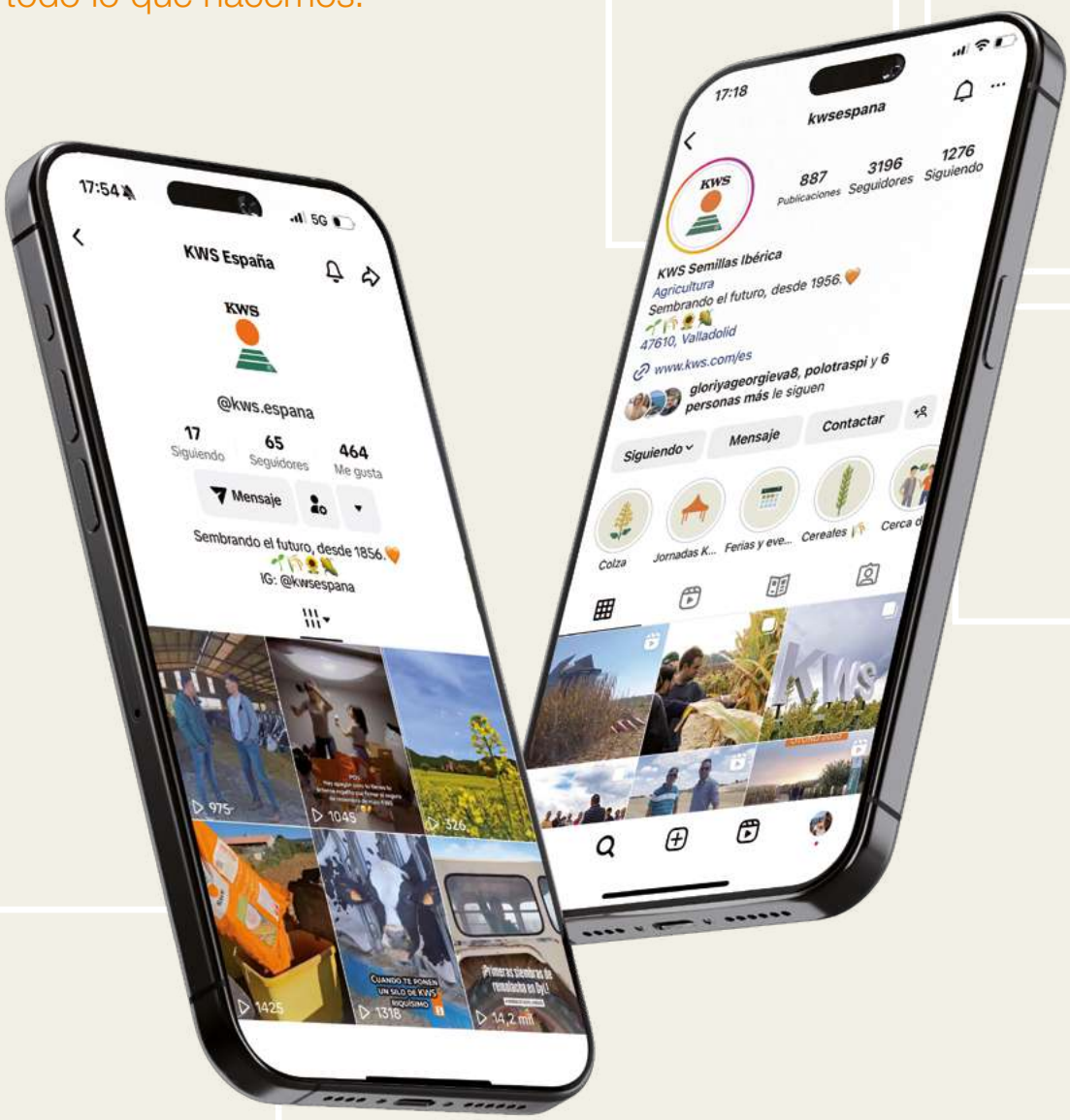
www.kws.es

SEMBRANDO EL FUTURO DESDE 1856

KWS

CONÉCTATE A KWS

¡Síguenos en redes y entérate de todo lo que hacemos!



Síguenos en redes sociales y conoce nuestros productos, novedades, eventos y más información entorno a nuestros cultivos de remolacha, maíz, cereales y sorgo.

- KWS Semillas Ibérica
- @KWS_Semillas
- @kwsespana
- KWS Semillas Ibérica
- Canal · KWS España
- @kws.espana

www.kws.es