

I.S.S.N. 1667-9199

# Forrajes

## conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional

**Autores:** Ing. Agrs. Bragachini, M.; Cattani, P.; Gallardo, M.; Peiretti, J.

INTA - PRECOP II  
Manual Técnico N° 6



INTA E.E.A. Manfredi  
Manfredi, Córdoba (AR)  
Septiembre 2008

## **Autoridades del INTA**

Septiembre del 2008

### **Presidente**

Ing. Agr. Carlos Alberto Paz

### **Director Nacional**

Ing. Agr. Nestor Oliveri

### **Director Centro Regional Córdoba**

Ing. Agr. Emilio Severina

### **Director Estación Experimental Manfredi**

Ing. Agr. Enrique Ustarroz



### **Coordinador Proyecto Propio de la Red PRECOP II**

Ing. Agr. Cristiano Casini

### **Coordinador Proyecto Especifico Cosecha**

Ing. Agr. Mario Bragachini

### **Coordinador Proyecto Especifico Postcosecha**

Ing. Agr. Ricardo Bartosik

### **Coordinador Proyecto Especifico Agroindustrias**

Ing. Agr. Alejandro Saavedra

## Sobre los autores

**Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini**  
**precop@correo.inta.gov.ar**

- Ingeniero agrónomo egresado en la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1978.
- Becario INTA EEA Manfredi 1980 – 1985.
- Técnico Investigador de Mecanización Agrícola INTA EEA Manfredi desde 1985.
- Master of Science en Mecanización Agrícola UNLP. 1990.
- Coordinador nacional del proyecto INTA PROPECO 1990 – 1995.
- Coordinador nacional del proyecto INTA PROPEFO 1995 – 1999
- Coordinador del proyecto de INTA, Agricultura de Precisión, desde 1999.
- Coordinador nacional del proyecto INTA PRECOP, desde 2004.
- Coordinador nacional proyecto propio de la red Agricultura de Precisión, desde 2006.
- Coordinador de proyecto específico eficiencia de cosecha perteneciente al INTA PRECOP II, desde 2007.



**Ing. Agr. Pablo Cattani**  
**pablocattani@red-campus.com**

- Ingeniero agrónomo egresado en la Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, graduado en 1989
- Asesor privado especializado en sistemas de producción y utilización de forrajes conservados de alta calidad.
- Profesor adjunto de Nutrición y alimentación Bovina en la Carrera de Post Grado Especialización en producción bovina de la Universidad Católica de Córdoba.
- Referente en cosecha de forrajes asociado al Proyecto de Cosecha y Post Cosecha del INTA.
- Especialista de producto en equipos para la conservación de forrajes para John Deere Latin America.
- Consultor de la Cámara Argentina de Contratistas de Forraje.
- Ex Agente de Proyecto del Proyecto Integrado para la Generación Desarrollo y Difusión de Tecnología para la Conservación de Forrajes de Alta Calidad INTA PROPEFO desde 1993 hasta Diciembre de 1999.



**Ing. Agr. Miriam Gallardo**  
**mgallardo@rafaela.inta.gov.ar**

- Ingeniera agrónoma egresada en la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1976.
- Magíster Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional de Mar del Plata. 28 de julio de 1989.
- Técnica en investigación (A3-O5). Jefe del grupo Nutrición y Utilización de Pasturas del A.I.P.A en la EEA Rafaela del INTA. A la fecha
- Profesora Adjunta (DS) en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Católica de Córdoba. Curso Posgrado en Producción Bovina. Módulo de Nutrición. Mayo de 2003 a la fecha.
- Profesora invitada en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Buenos Aires en el Posgrado en Producción Lechera. Módulo de Nutrición. Marzo 2008 a la fecha.
- Coordinadora de proyectos de INTA relacionados a la nutrición animal y de la vaca lechera.



**Ing. Agr. José Peiretti**  
**jpeiretti@correo.inta.gov.ar**

- Ingeniero agrónomo egresado en la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2003.
- Técnico de mecanización agrícola perteneciente al proyecto INTA PRECOP desde el 2004. INTA EEA Manfredi.



## Agradecimientos

A los ingenieros agrónomos Edgar Ramírez, Emilio Noguera y Silvana Ruiz, todos integrantes del proyecto INTA PROPEFO del INTA desde 1994 hasta 1998, por su inestimable aporte al contenido técnico de esta publicación y por sus años de tareas dentro del INTA.

A los técnicos de las diferentes experimentales del INTA que participaron y aportaron sus datos al proyecto INTA PROPEFO desde 1994 hasta 1998.

A dos personas que contribuyeron a la fuerte difusión y transferencia de la tecnología del forraje conservado en Argentina, el Licenciado Luis Bonetto, ex integrante del INTA y coordinador de difusión del proyecto INTA PROPEFO y al señor Héctor Figueroa, camarógrafo y editor de 6 videos técnicos del INTA PROPEFO.

A los técnicos y mecánicos pertenecientes a las diferentes empresas de maquinaria agrícola nacional y multinacional, que aportaron sus conocimientos y experiencia para la elaboración de mensajes y consejos útiles al área temática del forraje conservado de alta calidad.

A los ingenieros agrónomos Héctor Huergo y Félix Cirio, ex presidentes del INTA, que apoyaron fuertemente la realización del proyecto INTA PROPEFO.

## Prólogo

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en los últimos 4 años mejoró su protagonismo en el desarrollo tecnológico y social del sector agropecuario argentino. Y hoy se encuentra fortalecido y preparado para seguir siendo el brazo tecnológico, clave en los procesos de transformación que necesita el país frente a los nuevos desafíos que deparan los nuevos paradigmas de la crisis energética y alimentos de alto valor, lo cual cambió los índices relativos de la economía de muchos países, algunos de ellos enfrentados a un futuro incierto en este aspecto y otros como Argentina frente a una gran oportunidad de crecimiento.

Claro está que la agricultura y la ganadería del futuro será distinta, y los países que no lo entiendan perderán tiempo y oportunidades.

Paralelamente los países petroleros, los grandes beneficiados de este nuevo paradigma de petróleo caro y escaso, por diferentes razones no poseen un desarrollo agrícola, no siendo autosuficientes en alimentos, y frente a un mayor poder adquisitivo demandan alimentos y tecnología para producirlos.

También los países asiáticos mejoraron su economía y hoy demandan más cantidad y calidad de alimentos.

Los países desarrollados tienen una economía basada en el conocimiento y el desarrollo tecnológico, lo cual le otorga ventajas comparativas y competitivas en diseños y procesos industriales de baja y alta complejidad, pero todo muy basado en alto uso energético y alto consumo per cápita de alimentos, lo cual compromete su sustentabilidad en el corto plazo.

El petróleo a casi U\$S 120 el barril (Julio del 2008), con futuro incierto ubica al mundo frente a cambios profundos, donde nadie puede producir y trasladar alimentos a bajo costo con petróleo caro (antinomia bioenergía/alimentos).

Los biocombustibles constituyen una alternativa energética, pero es innegable que es un factor que encarece los alimentos porque compiten por la tierra (cultivos energéticos). Hoy no se están realizando biocombustibles a partir de ampliación de la frontera agrícola, sino todo lo contrario, la colza, la soja, el maíz y la caña de azúcar destinados a la bioenergía salen de una hectárea que ayer se destinaba en un 100% a la producción de alimentos, también queda claro que el proceso de los biocombustibles deja subproductos para la alimentación animal.

EE.UU. ya destina un 28% de su maíz a la producción de Etanol, aunque el subproducto DDGS es muy utilizado en la alimentación animal, el resultado de la ecuación es preocupante, ya que muele para Etanol 100 M/t y su saldo exportable de maíz era de 60 M/t antes de estos cambios. Argentina con 13,4 M/t es el segundo exportador mundial de maíz, lo cual constituye un duro aplazo estratégico, porque significa desaprovechar los beneficios del agregado de valor al transformarlo en proteína animal (cerdo, aves, carne y leche bovina).

Exportar granos es sinónimo de exportar nutrientes del país a bajo costo; la tonelada de fosfato vale U\$S 1.400 y en los grano se va el 75% a 85%, si lo transformamos en carne, los residuos (bosteo, orina, "efluentes"), gran parte de esos nutrientes quedarán en nuestro suelo.

El mundo cambió y los alimentos y el petróleo son caros para el común de la gente, pero el petróleo aumentó proporcionalmente más que los commodities agrícolas. En el año 2002 se necesitaban

## Prólogo

14 barriles de petróleo para adquirir una tonelada de soja, hoy se necesitan solo 4,5 barriles de petróleo para adquirir una tonelada de soja, o sea que **el petróleo en los últimos 5 años aumentó relativamente un 210% en relación al comoditie grano de soja.**

Estos cambios relativos obligan a repensar la incidencia de los fletes de los alimentos, fletes internos y/o externos; por más que existan subsidios a la energía en algunos países como el nuestro (los subsidios constituyen dinero que alguien deja de percibir dentro del presupuesto de cualquier país), por ello los subsidios a un sistema productivo tienen que cumplir un objetivo a corto plazo alcanzando metas que permitan recuperar la competitividad, “o sea el subsidio para crecer y neutralizar las causas de la necesidad del subsidio” en el mediano plazo.

Para un país austral como es Argentina el aumento de la energía/fletes nos ubica frente a la necesidad de cambiar esta matriz exportadora de proteína y energía contenida en los granos (alimento para uso animal), por alimento directo para humanos con alto valor agregado, o sea poner dentro de la bodega de los barcos y aviones toneladas de alto valor agregado; carne de aves, cerdo, bovino, ovino, de cortes especiales preparados y derivados, además evolucionar desde la producción de leche en polvo pasando a exportar quesos y especialities, dulces, etc., etc.

Sin duda que la producción de grano también puede mejorar el perfil exportador y su valor agregado exportando especialitis o granos segregados con trazabilidad (girasoles confiteros, maíces colorados, maíces pisingallo, trigos de calidad diferenciada, alimentos orgánicos, etc., etc.).

Todo este panorama nos ubica en la necesidad de cambio dentro y fuera de la tranquera, donde la tecnología y las políticas deben ser consensuadas democráticamente en el Congreso de la Nación, para generar leyes que se transformen en políticas activas de crecimiento, transformación y desarrollo de territorio, donde los productores pequeños, medianos y grandes puedan convivir y progresar constituyéndose en empresas productivas de alimentos competitivos, donde todos pueden ser pequeños o grandes protagonistas de toda la cadena de agro-alimento.

El desafío frente al 2015 será aumentar la producción de 97 a 148 M/tn, pero queda claro que esto genera un crecimiento que no será suficiente si a la tonelada exportada no se le agrega valor en origen que en definitiva genera el tan mentado desarrollo de territorio, por lo tanto el verdadero desafío será triplicar “el valor” de las exportaciones actuales en el 2015.

Para ello el INTA en el año 2008 lanzó el nuevo Proyecto PRECOP II,

**PPR: “Desarrollo y difusión de tecnología para incrementar la eficiencia de cosecha y postcosecha de los granos y de los productos y procesos agroindustriales en que intervienen”**

**PE 1: “Generación, desarrollo y difusión de tecnologías para aumentar la eficiencia de los procesos de cosecha de cereales, oleaginosas y otros cultivos integrados a la cadena agroindustrial del país”**

**PE 2: “Eficiencia de Poscosecha: generación, desarrollo y difusión de tecnologías para aumentar la eficiencia de acondicionamiento, secado y almacenaje de cereales, oleaginosas y cultivos industriales del país”**

**PE 3: “Desarrollo y difusión de tecnología para incrementar la eficiencia de cosecha y postcosecha de los granos y de los productos y procesos agroindustriales que intervienen”**

Dentro de este marco de Proyecto creemos que se caen algunos paradigmas productivos y aparecen otros, donde la tierra es el bien escaso y su uso eficiente constituye el futuro para mantener y recuperar competitividad.

## Prólogo

El Proyecto PRECOP II (PE I) dentro del Módulo Eficiencia de Cosecha en esta etapa consideró oportuno incluir **la eficiencia de cosecha y aprovechamiento del forraje conservado de alta calidad**, por ello se comprometió a realizar una recopilación bibliográfica cargada de interpretaciones prácticas y mucha experiencia científica tecnológica materializada en este trabajo, pretendiendo que sea considerado un aporte que suma al conocimiento y a la eficiencia productiva de las producciones de carne y leche en Argentina. Si bien hasta hoy predominan los sistemas de producción ganadera en base pastoril, donde existe mucha y buena información técnica del INTA y otros organismos e instituciones, en el futuro y frente al nuevo paradigma de uso de la tierra cara y escasa surgirán sistemas mucho más intensivos, donde el alimento será llevado al animal en forma de ración balanceada, en lugar de la cosecha directa del animal recorriendo el campo. En este contexto, los forrajes conservados de calidad y los suplementos energéticos/proteicos, tienen y tendrán un papel estratégico en la competitividad de los sistemas, en un contexto de una ganadería intensificada con crecimiento tecnológico vertical y con altísima eficiencia del uso del recurso tierra.

La ecuación de competitividad de la ganadería bovina en Argentina pasará sin duda por producir la mayor cantidad de kg/MS/ha, con la mayor calidad, almacenarla y conservarla con las menores pérdidas, para luego formular una ración balanceada para ser ofrecida en un ambiente de máximo confort animal, alcanzando los mejores índices de conversión con el menor costo posible.

Para lograr estos factores de eficiencia productiva se necesita mucha información que el INTA dispone en diferentes programas específicos relacionados a carne y leche bovina, pero dado el alto grado de especificidad temática de la eficiencia del forraje conservado, un grupo de técnicos muy relacionados al Ex Proyecto PROPEFO del INTA (Eficiencia del Forraje Conservado de Alta Calidad) año 1994 – 1999, hoy relacionados al Proyecto Específico PRECOP II Eficiencia de Cosecha, ha decidido solicitar la colaboración técnica de dos especialistas y referentes en sus respectivas áreas temáticas: Ing. Agr. M.Sc. Miriam Gallardo de INTA Rafaela en los aspectos de Nutrición Animal y el Ing. Agr. Pablo Cattani en los aspectos Técnicos Mecánicos de la Cosecha, Almacenaje y Extracción del Forraje Conservado de Calidad (Ex Técnico del Proyecto PROPEFO del INTA), y hoy un referente asesor de la actividad privada.

A ellos y a todos los que colaboraron directa e indirectamente con la realización de este trabajo técnico, el INTA les está muy agradecido.

En un futuro muy próximo esta información será complementada con otros trabajos sobre confort animal y tratamiento de efluentes con generación de bioenergía, aspectos técnicos necesarios para mejorar la competitividad y gestión ambiental de los sistemas de producción intensificados.

Deseamos también dejar explícito el agradecimiento a todas las empresas que colaboraron económicamente para que este trabajo sea publicado y llegue a los productores, técnicos estudiantes que lo requieran. A partir de este trabajo quedan abiertas las puertas para conformar una red público/privada destinada a mejorar la competitividad de la producción ganadera, mediante la intensificación del uso del forraje conservado de alta calidad con máximos índices de conversión, lo cual permitirá elevar sustancialmente los índices de productividad ganaderos actuales, que no alcanzan para competir con la agricultura más eficiente del mundo tranqueras adentro.

**Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini**

Coordinador de la Red del Proyecto Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas  
Coordinador del Proyecto Específico Eficiencia de Cosecha  
INTA EEA Manfredi

**Sobre los autores**

**Agradecimientos**

**Prólogo**

**Ganadería: desafíos de intensificación para competir con la agricultura más eficiente del mundo**

15	<b>Mercado de maquinaria de forraje conservado</b>
15	Mercado de corta-hileradoras tipo hélice para forraje
15	Mercado de corta-hileradoras de disco con acondicionador
16	Corta-hileradoras autopropulsadas con acondicionador
17	Mercado de rastrillos estelares
18	Mercado de Rotoenfardadoras
19	Mercado de enfardadoras prismáticas convencionales y gigantes
19	Mercado de enfardadoras prismáticas de 400/500 kg y de 800/1000 kg
19	Mercado de picadoras autopropulsadas
21	Mercado de picadoras de arrastre (picado fino)
22	Mercado de embolsadoras de forraje
23	Mercado de acoplados forrajeros
23	Mercado de acoplados mixers
24	Resumen de los rubros analizados
25	<b>Forrajes conservados de alta calidad</b>
	Fundamentos de la incorporación de los forrajes conservados a los procesos productivos
25	1 - Estabilizar la producción
26	2 - Aumentar la producción
27	3 - Diversificar la producción
27	Diferentes tipos de conservación de forrajes (descripción)
27	1 - Conservación física
28	2 - Conservación química
29	Qué tipo de forrajes producir
29	1 - Disponibilidad del forraje
29	2 - Monto de la inversión
29	3 - Capacitación y disponibilidad de personal
30	4 - Condiciones climáticas y geográficas
30	5 - Características nutricionales
31	<b>Henificación</b>
31	¿Qué es la henificación?
31	Composición de las pasturas
32	Malezas
32	Sanidad
32	Densidad de plantas

## Índice

Página	
32	Estadio fenológico de la pastura
33	Estructura de la planta
33	Elección de los lotes
34	Corte
35	Momento de corte
37	Momento de corte de las principales especies forrajeras
43	Altura de corte
45	Ancho de corte
46	Repicado
46	Horario de trabajo
47	Cantidad de forraje a cortar
48	Calidad de corte
49	Sistemas de corte
49	Sistema de corte alternativo por cizalla
50	Sistema de corte rotativo
60	Pérdidas de calidad desde el corte a la confección de heno
61	Ventajas del uso de los acondicionadores
63	Acondicionado mecánico
67	Acondicionadores de rodillos
69	Acondicionadora a dedos o martillos
71	Rastrillado
71	Altura de trabajo
72	Velocidad de trabajo
72	Momento y horario de trabajo
73	Dirección de trabajo
73	Recorrido del forraje
73	Diseños de rastrillos
76	Invertidor de andana
78	Enrollado
78	Momento de inicio y final de la confección: horario de trabajo
80	Determinación del porcentaje de humedad de forraje
80	Sistema de medición y tipos de humidímetros
83	Arquitectura de la andana
83	Velocidad de trabajo
84	Alimentación de la máquina
84	Presión de trabajo
85	Atado
88	Diferentes diseños de rotoenfardadoras
90	Características destacables de las rotoenfardadoras
90	Recolector
94	Correas
95	Monitores
97	Expulsión de los rollos
98	Trabajo con pasto húmedo
99	Enfardadoras gigantes
100	Almacenaje
101	Momento de almacenaje
102	Lugar de almacenaje y ubicación

## Índice

Página	
102	Superficie
103	Cobertura
104	Categorización del heno durante el almacenaje
105	Diagnóstico durante el almacenaje de las condiciones de confección
105	Suministro
107	<b>Henolaje</b>
107	<i>Definición</i>
108	Factores que determinan a calidad del henolaje empaquetado
111	<i>Recomendaciones agronómicas para la obtención de henolaje de calidad</i>
113	<i>Confección del henolaje</i>
114	<i>Características de los rollos</i>
114	Medición del porcentaje de humedad del forraje
116	<i>Características del film</i>
118	<i>Características de la bolsa para henolaje</i>
119	<i>Máquinas empaquetadoras individuales</i>
119	<i>Unidad de carga</i>
120	<i>Mesa empaquetadora propiamente dicha</i>
124	<i>Portabobina</i>
126	<i>Embolsadoras de rollos</i>
128	<i>Algunas tendencias y adelantos</i>
130	<i>Almacenaje de los rollos</i>
131	Evaluación a campo del sistema de embolsado de rollos para la confección de henolaje-
135	<b>Silaje</b>
135	La importancia de la calidad del forraje
135	<i>Importancia del silaje de maíz en la alimentación animal</i>
136	Silaje de Maíz y/o Sorgo Granífero
136	<i>Materiales a ensilar</i>
137	Relación de aporte de sustratos de la planta de maíz a nivel ruminal
138	Implantación
138	<i>¿Maíz o sorgo?</i>
139	Proceso de fermentación y estabilización del silaje
147	Factores a considerar para lograr calidad en el silaje
147	<i>1 - Madurez y humedad</i>
148	<i>2 - Momento óptimo de picado</i>
151	<i>3 - Tamaño y uniformidad de picado</i>
152	Altura de corte
154	Pérdidas durante el proceso de ensilaje
154	<i>Pérdidas en el campo</i>
156	<i>Las pérdidas por respiración</i>
160	<i>Las pérdidas por fermentación</i>
163	<i>Pérdidas por efluentes</i>
165	<i>Método de almacenaje de los silos</i>
165	<i>Estructuras aéreas</i>
168	<i>Tapado del silo</i>
171	Silaje de grano con alto contenido de humedad
174	Factores y regulación de la cosechadora a tener en cuenta cuando se cosecha grano húmedo

## Índice

Página	
177	<b>Picadoras</b>
177	<i>Funciones básicas de las máquinas picadoras</i>
177	<i>Diferentes tipos de cosechadoras picadoras de forrajes</i>
178	1 - <i>Máquinas de picado simultánea al corte</i>
179	2 - <i>Máquinas de picado posterior al corte o recolección</i>
179	1 - <i>Picadoras de volante (corte paralelo al eje de rotación)</i>
180	2 - <i>Picadoras de cilindro (corte perpendicular al eje de rotación)</i>
181	<i>Cosechadoras de corte y lanzamiento</i>
181	<i>Cosechadoras de corte y soplado</i>
182	<i>Clasificación de las picadoras según su accionamiento</i>
182	<i>Picadoras de forraje del tipo montadas</i>
182	<i>Picadoras de forraje de arrastre</i>
182	<i>Picadoras de forrajes autopropulsadas</i>
184	<i>Diferentes tipos de cabezales para la cosecha del forraje</i>
185	<i>Cabezal de corte directa</i>
186	<i>Cabezal recolector de pasturas andanadas</i>
186	<i>Cabezal de recolección de cultivos en hileras</i>
187	<i>Cabezal de cuchillas contrarrotantes</i>
190	<i>Arrancador de mazorcas de maíz (maiceros convencionales)</i>
190	<i>Unidad de picado</i>
190	<i>Alimentación</i>
193	<i>Detector de metales</i>
194	<i>Inversor del sentido de alimentación</i>
194	<i>Rotor picador</i>
196	<i>Diseños de las cuchillas</i>
196	<i>Ángulo de las cuchillas</i>
197	<i>Contra-cuchilla</i>
198	<i>Mecanismo procesador de granos</i>
199	<i>Diseño de rodillo para el partido del sorgo</i>
200	<i>Lanzador, soplador o acelerador del forraje</i>
201	<i>Adelantos tecnológicos de las máquinas picadoras</i>
201	<i>Sistema de análisis de calidad de forraje</i>
202	<i>Monitor de rendimiento</i>
205	<i>Cálculo del largo teórico de picado</i>
206	<i>Capacidad de trabajo de las máquinas picadoras</i>
207	<b>Silaje de pasturas</b>
207	<i>Eficiencia del proceso de ensilaje</i>
208	<i>Objetivo de la confección de silaje de pasturas</i>
209	<i>Factores que determinan la calidad</i>
210	<i>Factores que determinan la solubilización de las proteínas</i>
211	<i>Elección del lote o la pastura para confeccionar el silo</i>
212	<i>Pastura ideal para la confección de un buen silaje</i>
213	<i>Momento óptimo de corte</i>
213	<i>Porcentaje de humedad del forraje a picar</i>
215	<i>Medición de humedad a campo</i>
217	<i>Tamaño y uniformidad de picado</i>
218	<i>Contaminación del forraje a conservar</i>
219	<i>Estructuras de almacenaje</i>

# Índice

Página	
223	<b>Aditivos - efectos en el silaje</b>
224	1. Inoculantes bacterianos
225	<i>Cuándo son efectivos los inoculantes</i>
227	<i>Cuidados en la aplicación</i>
228	<i>En qué cultivos se deben utilizar inoculantes</i>
228	2. Enzimas
229	<i>Cuidados en la aplicación</i>
229	3. Acido Propiónico
231	<b>Embolsado</b>
231	Llamando las cosas por su nombre
232	Ventajas del sistema de silo embolsado durante el período de utilización
233	Elasticidad de planeamiento
234	La ventaja del sistema de embolsado en el uso de aditivos para silaje
235	Lugar de confección de las bolsas
237	Formas prácticas de trabajo con la embolsadora
237	Inicio de la bolsa
238	Presión de compactación y estiramiento de la bolsa
240	Características, cuidados y mantenimiento de las embolsadoras
245	<i>Túnel de compactación</i>
248	<i>Otros sistemas de trabajo</i>
250	<i>Finalización de la bolsa</i>
252	<i>Apertura de la bolsa</i>
254	Recolección de bolsas
255	<b>Extracción y suministro de silaje</b>
257	Extracción y desensilado
258	1. <i>Extractores de silo tipo pala frontal, con acople y desacople rápido al tractor</i>
262	2. <i>Extractores tipo fresa</i>
264	3. <i>Extractor de bloques</i>
265	<i>Acoplados Mixers</i>
267	<i>Aspectos a considerar previo a la incorporación de los acoplados mixers</i>
274	Diferentes tipos de acoplados mixers disponibles en el mercado
274	<i>Lugar de suministro</i>
283	<i>¿Cuánto silaje extraer y cuántos animales se pueden suplementar?</i>
284	<i>Determinación del consumo de MS de silaje</i>
284	<i>Determinación del número de vacas a alimentar con silaje</i>
285	<i>Determinación del espesor de la pared del silo a extraer</i>
287	<b>Aspectos relacionados al manejo nutricional</b>
287	Introducción
287	Roles de los forrajes conservados como fuente de nutrientes
288	Heno: características nutricionales de los diferentes tipos. Utilización: ventajas y desventajas
289	Ventajas
289	Desventaja
289	Niveles en las raciones y balance de dietas
289	Formas de suministro

## Índice

Página	
291	Henos alternativos – residuos de cosecha (rastros)
292	¿Cómo utilizarlos?
293	Silajes: características nutricionales y roles en las dietas
293	Maíz y Sorgos
294	Ventajas
295	Desventajas
296	Niveles en las raciones
296	Formas de suministro
297	Granos húmedos ensilados
298	Silajes de pasturas: puras ó mixtas
299	Ventajas
299	Desventajas
299	Niveles en las raciones
299	Formas de suministro
300	Silajes de cereales de invierno
300	Ventajas
301	Desventajas
301	Niveles en las raciones y formas de suministro
301	Silajes de oleaginosas
302	Ventajas
302	Desventajas
303	Niveles en las raciones
304	Otras especies forrajeras para ensilar
305	Fibra: la fracción más importante de los forrajes conservados
305	La fibra es clave para vacas lecheras
306	Fibra para la producción de carne
306	Tamaño de picado del forraje a ensilar: su determinación práctica
307	Importancia nutricional de un adecuado procesamiento (tamaño de partículas) del forraje
309	Diagnóstico de la calidad de los forrajes conservados: análisis químicos, biológicos y organolépticos
309	Los análisis básicos
312	La clínica de los forrajes conservados: detección de problemas relacionados a la conservación y fermentación
312	Clínica de los henos
313	Clínica de los silajes
314	Contaminación de los forrajes conservados: Micotoxinas, diagnóstico y prevención
315	Hongos productores de micotoxinas
315	Las micotoxinas y sus efectos adversos
315	Marcadores de la presencia de micotoxinas
316	Observación de las deposiciones fecales del animal para diagnosticar desequilibrios en la dieta
317	<i>Pérdidas energéticas del proceso digestivo</i>
317	<i>La materia fecal y sus características</i>
319	<i>El monitoreo de las fecas a campo y la interpretación de los resultados</i>
321	<b>Bibliografía consultada</b>

## Ganadería: Desafíos de intensificación para competir con la agricultura más eficiente del mundo

### Crecimiento vertical ¿Intervención del Estado?

Mario Bragachini, José Peiretti

#### **Forraje conservado de calidad**

Argentina, al igual que el resto del mundo, está viviendo cambios de paradigmas a raíz del aumento del valor del petróleo de U\$S 17 a U\$S 120 el barril, en los últimos 5 años. Como consecuencia de esto, se genera la agricultura energética en EE.UU. donde a través de cambios de incentivos del Estado se transforma, en la campaña 2006/2007, el 20% de la producción de maíz en etanol (60 M/t) y la próxima campaña van por 95 M/t y el subproducto (DDGS), se utiliza como ración en carne y leche, elevando el valor del maíz de 130 a 300 U\$S/t en los últimos 2 años; paralelamente la soja aumentó de 250 a 570 U\$S/t (Chicago), arrastrada por la competencia de la tierra que genera el maíz en EE.UU. Además, el aceite de soja en un porcentaje es utilizado para producir el biodiesel necesario para el corte del gasoil (factores anti polución y propiedades lubricantes). Como la soja en la última campaña fue más rentable que el maíz en EE.UU. recuperó el área de siembra perdida en la campaña 2007/2008 y el maíz cayó en un 8% en su área de siembra.

Todos estos bruscos cambios provocaron que en nuestro país la soja, por ejemplo, incrementara su valor en más del 60% en un año, lo cual generó una fuerte demanda del recurso más escaso que es "la tierra fértil", con aptitud para producir soja. Todos estos factores aditivos provocaron aumentos significativos del valor de los alquileres de los campos en la región pampeana (de 12 - 15 qq/ha en 2006/2007, a 16 - 18 qq/ha por un año, en 2007/2008). También los valores promedios de la hectárea de campo en la región sojera/núcleo incrementó su valor de 2.000 a 4.000 U\$S/ha dos años atrás, hasta los 8 a 12.000 U\$S/ha de hoy en la zona núcleo (mayor demanda que oferta de campos).

Esta realidad provocó un desequilibrio en los sectores productivos, donde las producciones se vieron afectadas y beneficiadas de diferentes maneras. Los dueños de campo en la actual situación son los principales beneficiarios porque se les aumentó bruscamente el capital tierra y la renta de la misma en el caso de trabajarla, o bien alquilarla. Producciones intensivas como la avícola y la porcina (que no ocupan tierra), no fueron afectadas; si bien consumen mucho grano, estos al estar afectados por retenciones, les mejoró la competitividad global frente a productores de otros países que pagan por los granos el precio lleno (producciones verticales no afectadas o hasta beneficiadas).

En cambio, a los sistemas de producción ganaderos argentinos predominantemente pastoriles (carne y leche), donde por el sistema de pastoreo directo ocupan mucha tierra, la situación actual (tierras y alquileres altos), les provocó una pérdida de competitividad muy significativa respecto a la agricultura.

Como la carne y la leche intervienen de forma directa en el costo de la canasta familiar, tienen la razonable intervención del Estado que muchos productores cuestionan, fundamentalmente por su metodología e implementación. La idea sería aumentar la producción y el excedente exportarlo a valores internacionales, una vez asegurado el consumo interno a precios que no afecten el normal consumo de la población (Intervención estratégica del estado). La llave de la solución integral está en producir más leche, más carne bovina, más carne de cerdo, más carne avícola, abastecer al mercado interno y exportar a precio lleno todo el excedente, lo cual no parece un problema en un país que exporta 13 M/t de grano de maíz y 27,8 M/t de harinas y pellets de soja.

## Ganadería

En la disputa de la tierra o la disputa de los alquileres de los campos está una de las llaves del problema de la competitividad; es evidente que los grandes productores, los grandes pooles de siembra y a veces los grandes agroindustriales que poseen muchos fideicomisos con muchos productores, tienen un manejo financiero (dinero a tasa negativa), manejo impositivo amparado por figuras jurídicas, manejo de la compra y venta de insumos y granos, muy distinto respecto a los productores pequeños y medianos genuinos (ese que mueve la economía de los pueblos del interior) y que siempre pierde en la disputa de un alquiler en manos de estos nuevos actores más eficientes, generalmente por participar en toda la cadena de valor.

Para hacer una comparación: en Argentina (2008), el alquiler de una hectárea de campo por un año para hacer grano en la zona núcleo tiene un valor promedio de 450 a 500 U\$S/ha/año, mientras que en Uruguay (zona núcleo) es de 230 U\$S/ha, en Brasil (zona núcleo) 250 U\$S/ha, en Iowa (EE.UU.), el mejor estado productor, donde el maíz rinde el 50% más que en Argentina, el valor del alquiler es de 550 a 600 U\$S/ha. Con esto no pretendo otra cosa más que señalar que el valor del alquiler de la tierra en Argentina, está sobrevaluado y eso perjudica la permanencia y el crecimiento de los productores y producciones genuinas y mucha de esa sobrevaluación está alimentada por una economía que se mueve fuera del circuito impositivo y termina beneficiando a quienes no reinvierten ese dinero al circuito productivo.

Existen proyectos de ley de alquileres que podrían resolver gran parte de este problema, debería discutirse, consensarse y poner en práctica una discusión parlamentaria hasta lograr consenso mayoritario y ponerla en práctica.

En todo el análisis político/social, debería siempre priorizarse las medidas que tiendan al aumento global de las producciones primarias en cada metro cuadrado de tierra argentina, utilizando en todo momento la mejor tecnología para lograr la mayor eficiencia fotosintética y la mejor genética para producir proteína vegetal, transformable en alimento humano en origen, con la mayor participación directa del pequeño y mediano productor que, con escala y asistencia tecnológica, logre la eficiencia competitiva necesaria (asociativismo), para el desarrollo de territorio fundamental en los pueblos del interior del país.

Volviendo al aspecto técnico sobre los factores que afectan la competitividad del sistema ganadero frente al desarrollo de una agricultura hiper competitiva, se señala la necesidad de un cambio evolutivo en los sistemas de producción ganaderos, orientando su producción hacia la tendencia mundial que es la intensificación hasta la estabulación total o parcial de la producción bovina de leche y de carne, al menos la de invernada (Feed Lot), lo cual posibilita una alta eficiencia en el uso de la tierra en los sistemas ganaderos, ya que este recurso es el más costoso dentro de estos nuevos paradigmas (petróleo, comodities y tierras caras), y marca la necesidad de crecimiento vertical de la ganadería bovina en Argentina.

En todas estas idas y venidas de los productores, las entidades, los industriales lácteos, los frigoríficos y el Ministerio de Economía, Secretaría de Agricultura y la Secretaría de Comercio, lo que parece tener un consenso generalizado es que:

"Argentina necesita producir más carne y más leche", esta debe ser el objetivo común detrás del cual, deberían sentarse en las mesas de negociación productores, industriales y gobierno, con posibilidades concretas de abastecer el mercado interno a precios razonables al aumento salarial que proponen las paritarias y liberar totalmente la exportación de los excedentes de producción de carne y de leche, dejando a todos contentos y con posibilidades de invertir en tecnología de producto y procesos

## Ganadería

del sector mejorando la competitividad frente a la agricultura; si esto no alcanza para algunos productores pequeños y medianos, el gobierno debería contribuir a la incorporación de tecnología mediante proyectos financiados a tasas subsidiadas, con seguimiento técnico que garantice su correcta aplicación, ya que como se sabe la asimetría tecnológica provoca asimetría económica.

Sin aumento de producción será imposible conseguir las soluciones buscadas para todos los argentinos.

Claro está que la lechería y la ganadería de carne en Argentina son sistemas que hoy ofrecen rentabilidad (al menos a los propietarios de tierra), pero eso no alcanza para competir con una producción de grano altamente eficiente y competitiva (quizás la más eficiente del mundo, tomando como parámetro el costo por tonelada de grano producida) y con valores de alquileres que muy pocos pueden pagar, ni siquiera los pequeños y medianos productores sojeros frente a lo que ofrecen los nuevos actores de la captura de la tierra.

Los valores promedio de rendimiento de soja ubican a la Argentina en el primer puesto a nivel mundial, dado que obtiene 2.900 kg/ha, como Brasil y EE.UU., pero ese rendimiento, Argentina lo logra con un 35 a 40% en doble cultivo, lo cual aumenta la productividad por hectárea, dejando a nuestro país como líder en productividad de soja a nivel mundial, sin ninguna discusión. Además, el sistema productivo implementado con el aporte de la biotecnología, la siembra directa, la fertilización balanceada y la maquinaria de precisión, ofrece los costos de producción de soja más bajos del mundo.

El sistema sojero argentino resulta eficiente porque utiliza muy poca energía (petróleo / gasoil / área) y también muy poca demanda laboral tranqueras adentro; por ello la soja que se hace en Argentina es el alimento animal más barato del mundo y debe constituirse en la principal ventaja comparativa y competitiva de las producciones pecuarias con destino a las principales góndolas del mundo. Argentina tiene como objetivo prospectivo llegar a 148 M/t de grano en el 2015, eso es un logro alcanzable y será una realidad, pero la meta es transformar el 50 % de la proteína vegetal exportada como commodity en alimento humano directo (proteína animal); ese objetivo permitiría triplicar en 7 años el valor exportable y generar puestos de trabajo genuinos con salarios dignos en el interior del país. Por otro lado al transformar los granos en origen se evita exportar nutrientes, porque con un buen manejo de los efluentes gran parte de los nutrientes retornan al suelo y solo se van con alto valor agregado los nutrientes transformados en proteína vegetal.

En cambio, cuando se comparan los índices de productividad de kg/ha de carne, kg/ha de leche, Argentina está muy relegada comparativamente frente a los principales productores mundiales. **Muchos son los factores que justifican esos bajos índices, pero la ineficiencia de la alimentación es quizás la más importante limitante tranquera adentro; también la baja producción promedio de MS/ha y la ineficiencia de cosecha del pasto, como así también la mala calidad de forraje conservado, serían los factores más gruesos a corregir en Argentina.**

En definitiva el sistema intensivo pastoril de producción de carne y leche con ventajas y desventajas pero con reconocida y mejorable eficiencia de cosecha del pasto, fue sustentable en situación de valores de la hectárea de hasta 2.000 U\$, (renta 5 % = 100 U\$/ha de alquiler), pero hoy esos valores en algunas circunstancias se superan en más de 6 veces, lo cual hace pensar en un cambio de paradigma en la ganadería argentina.

### ***En Argentina se hace poco forraje conservado de buena calidad***

Como parámetros de evaluación de la calidad de heno de alfalfa, se puede mencionar que

## Ganadería

Argentina es uno de los países de menor venta de cortadoras e hileradoras de discos con acondicionador de Latinoamérica. Cortar la alfalfa con hélices desmalezadoras es sinónimo de pérdidas de hojas, de pérdidas de coronas, de pérdida de capacidad de rebrote, de pérdida de longevidad de la pastura; cortar y andar esperando que la hoja pierda humedad a la misma velocidad del tallo, implica perder hojas en la confección, para evitar eso se inventó el acondicionador mecánico, para acelerar el proceso de pérdidas de humedad del tallo y evitar que la hoja se reseque perdiéndose nutrientes por respiración.

La diferencia entre cortar la alfalfa con disco y acondicionador, versus cortarla con una desmalezadora, es simplemente poder hacer rollos con hojas (el 65% del valor nutritivo del heno de alfalfa está en la hoja) o hacer un rollo con palos sin valor nutritivo (muy caro e ineficiente).

Lo mismo ocurre en la confección de silajes donde, si bien tecnológicamente hoy existen máquinas autopropulsadas con alta tecnología, con cabezales rotativos, con rotores picadores de picado fino, con quebradores de grano, etc, etc, el maíz medio picado no tiene la tecnología y el rendimiento deseado en grano resultando caro e ineficiente el sistema.

Lo que eleva el valor de conversión de la ración (kg de silo/kg de carne), es la relación del grano que tenga la MS del silo, donde lo ideal es que nunca esté por debajo del 30% de grano en relación a la materia seca total del silo de maíz planta entera.

Según encuestas el promedio de rendimiento de los silajes de los tamberos de Santa Fe y Córdoba, están en el orden de 8.000 a 9.000 kg de MS/ha. En cambio, en los planteos netamente agrícolas se están produciendo 16.000 kg/MS/ha (y el doble de kg/ha de grano), 76,6 qq/ha es el promedio nacional. O sea que frente a los nuevos paradigmas de tierra y alquileres caros, con productores sojeros altamente eficientes compitiendo por las tierras, los ganaderos para competir deben transformarse en agricultores eficientes.

Aplicar tecnologías equivalentes a las utilizadas por los agricultores (maximizar la producción de MS/ha, paralelamente mejorar la calidad del forraje conservado y aumentar la eficiencia de cosecha del pasto con altas cargas y buenos sistemas de pastoreo).

Por ejemplo, para ser competitivo con los eficientes agricultores sojeros de Argentina, el planteo de un silaje de maíz comienza eligiendo el mejor híbrido y ese es el de mayor producción de grano con maduración uniforme, el cual debe sembrarse en S.D. a baja velocidad, recibir un buen control de malezas e insectos y, por supuesto, recibir una buena fertilización con Fósforo y fundamentalmente Nitrógeno, cosa que no ocurre en la gran mayoría de los lotes de maíz picados de la actualidad en Argentina.

A veces los maíces sin grano que sufrieron estrés hídrico son destinados para silaje planta entera (grueso error), cuando la lógica indica que se deben picar los mejores maíces dentro de una explotación y pasar la cosechadora de grano a los de menor rendimiento, ya que resulta más económico pasar la cosechadora de granos que la picadora, además un silo de baja energía y proteína resulta muy costoso por kg/MS.

### **Análisis del Problema**

Los maíces destinados al silaje en Argentina generalmente no son sembrados utilizando el mejor híbrido, se siembran sobre un rastrojo pisoteado y pastoreado, con una sembradora mecánica con placa no muy bien calibrada, a una velocidad de trabajo superior a la aconsejada, lo cual generan

## Ganadería

grandes fallas de siembra que traen como consecuencia un 10 a 15% de caída del rendimiento potencial, el control de malezas no siempre es el oportuno y el más eficiente, lo cual genera otro tanto de pérdidas; en cuanto al control del gusano barrenador del tallo, el evento "Bt" que aporta la biotecnología, no se lo considera necesario (error), dado que se pasa la picadora antes de que se caiga la planta, la fertilización no es la correcta, ya que generalmente se "subfertiliza", porque con los errores cometidos anteriormente, el potencial de rendimiento es bajo y para esos valores de demanda, los nutrientes en el suelo alcanzan (error), como resumen se puede decir que la caída del rendimiento potencial de los lotes de maíz destinado para silo (50%) está explicado solamente por errores de manejo; este factor hace años que se tiene claro en los países desarrollados.

Los factores antes mencionados conllevan a que se piquen maíces de bajo rendimiento en grano, confeccionando silos de bajo porcentaje de grano en la MS del silo confeccionado.

Las picadoras cobran su servicio por hectárea y tienen un bajo ajuste del precio por rendimiento de kg/Materia Verde/ha. El costo del silo en kg/MS se disminuye significativamente en la medida que el maíz picado tenga más rendimiento de grano/ha.

El otro razonamiento que debe hacer un productor ganadero que hace silos, es que al calcular la demanda necesaria de kg de MS de silo que requiere su explotación, al picar maíces de mayor rendimiento/ha afectará menos hectáreas de su campo para la confección del silo pudiendo destinar más tierra para la producción de grano de maíz o pastura, o bien hacer soja (mejora de competitividad de la explotación).

Cuando se pica maíz se extrae del lote todo el rastrojo, o sea que los beneficios de sembrar maíz para hacer una producción más sustentable, desde el punto de vista de la captura de carbono no existen para un rastrojo de maíz picado. Esto tiene un costo adicional, ya que además como generalmente se ingresa al lote con camiones con neumáticos de alta presión de inflado 100 lbs/pulg<sup>2</sup>, se dejan huellas y compactaciones muy comprometedoras para seguir en Siembra Directa en el próximo cultivo. La mala calidad del rastrojo que deja un maíz ensilado tiene un costo encubierto que se paga con la caída del rendimiento del próximo cultivo (en algunos casos hasta del 20%).

Si la demanda de silos de un sistema ganadero determinado es 100, picar maíz de 8.000 kg/MS/ha, requiere el doble de hectáreas en relación a picar maíces de 16.000 kg/MS/ha.

Con la mitad de hectáreas cubro la necesidad y el resto lo destino a grano dejando un rastrojo muy productivo para el próximo cultivo. También se debe tener en cuenta el mejoramiento del suelo con el aporte del carbono que deja el rastrojo de maíz destinado a grano. También, al afectar menos hectáreas, se reducen compactaciones y huellas, lo cual contribuye aún más a bajar el costo de confección de un buen maíz para silo. O sea que la clave está en picar un buen maíz, o sea el de mayor rendimiento en grano.

Una vez que se dispone del mejor maíz para picar, viene la otra etapa de cómo y cuándo picarlo y cómo confeccionar un silo con las menores pérdidas, para lo cual se darán algunos consejos técnicos, pero antes de ello, los temas tratados merecen un análisis de alternativas posibles de cambios evolutivos en los que todos debemos involucrarnos.

### **Sistemas de intensificación**

El sistema de intensificación ganadero más apropiado dependerá de cada situación particular de cada zona agroecológica y de cada tipo de explotación, respetando sus particularidades.

## Ganadería

La intensificación en Argentina ya es una realidad desde hace mucho tiempo en los sistemas productivos de leche y ese proceso de intensificación está en pleno desarrollo en la producción de carne, con un importante avance de los Feed Lot en los últimos años.

Lo que está claro es que es necesario mejorar lo que se está haciendo, ajustar factores de manejo, evitar pérdidas y transformarse en un buen productor de alimentos para luego ver cómo ese alimento (> cantidad y > calidad), se puede transformar de la manera más eficiente en carne y leche.

Argentina posee buenas condiciones para la producción de alfalfa, casi única en el mundo (debería explotar mejor esa ventaja comparativa).

Para aumentar la eficiencia de cualquier sistema productivo es necesario evaluar y medir. Sólo cuando se mide, se valoran realmente las pérdidas y éstas, "duelen" directamente en el bolsillo y eso nos orienta a corregir. Quien mide permanentemente, corrige permanentemente su modelo productivo, también hay que innovar y probar midiendo.

Los productores agrícolas que adoptaron la agricultura de precisión y el monitor de rendimiento hace rato que dejaron de ser productores agropecuarios de promedio, para ser productores precisos y eficientes que miden todos los factores de manejo hasta por ambientes dentro de un lote, esto implica una ventaja de competitividad muy importante.

Las pasturas consociadas en base alfalfa, en Argentina son excepcionales y el sistema pastoril ya se conoce en Argentina, por eso hablar de un cambio hacia la estabulación total, si bien es factible resulta cuestionable para algunas zonas y sistemas productivos de Argentina.

Algunos investigadores y referentes opinan que el sistema actual debería ir camino a un modelo pastoril aggiornato de alta carga animal con muy buena suplementación estratégica; y allí el éxito o el fracaso dependen de la cantidad y calidad de forraje conservado almacenado, de la calidad de la ración entregada y del comportamiento de los animales en el lugar de alimentación, entre otras cosas (comfort animal), temas en los que se deberá trabajar y mejorar muchísimo. En este rápido análisis no se mencionó, la importancia de la genética animal, el manejo del rodeo y la sanidad, por el solo hecho de concentrar el tema en la alimentación, sin por ello quitarle la importancia y el protagonismo que poseen dentro de la eficiencia productiva integral, al igual que otros factores no mencionados muy importantes.

La investigación ganadera público/privada hoy está abocada en Argentina un 80% a los sistemas pastoriles y un 20% a los sistemas productivos intensificados y estabulados, la realidad indica que información sobre los sistemas pastoriles de producción en tambo y leche, existe en cantidad y calidad, mientras que en sistemas estabulados, confort animal y tratamiento de efluentes existe muy poca información. La pregunta es: ¿no será el momento de reorientar el esfuerzo económico y humano hacia la obtención de información científica de extrapolación directa relacionada a los sistemas productivos de leche y carne bovina, bajo sistemas estabulados sin pensar que eso signifique que los extensionistas cambien su mensaje tecnológico de un día para el otro?

Resulta difícil pedirle cambios al productor cuando ese cambio no está avalado por resultados apoyados científicamente, y para ello resulta necesario un cambio de orientación de los trabajos de investigación ganadera en Argentina.

Argentina necesita solucionar el problema de baja competitividad del sistema productivo de carne y leche de manera integral, para esto deberemos sentarnos todos a pensar cómo planificamos

## Ganadería

una estrategia a largo plazo, donde todos hagamos la autocrítica, donde todos pongamos lo mejor de nuestros conocimientos al servicio de la ganadería.

La ganadería genera trabajo con salarios dignos en origen y con esto se mejora el desarrollo local. Por cada hectárea de producción de "tambo" que desaparece, hacen falta 14 has de Soja para equiparar la demanda laboral.

La carne y sus derivados y la leche y sus derivados constituyen la base de nuestra alimentación al igual que el pan. La carne y la leche no son otra cosa más que la transformación de la proteína (Soja – Alfalfa) y la energía (concentrados, pasturas, maíz, sorgo, etc.) en producto animal (desarrollo agroindustrial sin chimeneas del que tanto se habla). La ganadería bien manejada genera sustentabilidad al manejo de suelos.

Todos imaginamos a la Argentina exportando leche y sus derivados cada día con mayor valor agregado (evolución de la industria).

Seguramente la solución pasará por superar las etapas de las quejas por propuestas del sector donde se pueda mostrar claramente que el beneficio es para todos; es decir, entender la situación del otro y tomarla en consideración, de lo contrario, si las políticas buenas son sólo aquellas que benefician directamente al sector no considerando al resto de la sociedad, resultará difícil consensuar una política ganadera que beneficie a todos.

La ganadería argentina merece el esfuerzo de todos. Y como Argentina es un país democrático, donde deben existir todos los mecanismos posibles de diálogo para la búsqueda de las soluciones, debemos ser optimistas y pensar que antes de que finalice el 2008, Argentina tendrá un plan ganadero de largo plazo, que permita el crecimiento de esta "agroindustria transformadora de alimentos vegetales en carne y leche y sus derivados"; una ganadería competitiva respecto a la eficiente actividad agrícola de nuestro país.

### ***El Maíz como forraje conservado***

#### ***Silaje de grano con alto contenido de humedad***

Esta es una excelente alternativa para la obtención de un ingrediente que aporte energía a la ración. Una de las grandes ventajas de este sistema es su mayor índice de aprovechamiento con respecto al grano seco, la reducción de costos de traslado hasta los centros de acopio, la menor pérdida de granos durante la cosecha y la posibilidad de desocupar los lotes en forma anticipada, hacen tentador al sistema.

En cuanto a los puntos a tener en cuenta para lograr calidad en el sistema de conservación de este forraje, el INTA PRECOP recomienda:

- Cosechar el grano de maíz con un porcentaje de humedad comprendido entre el 26 y el 30%. Los granos poseen un bajo valor de azúcares solubles (menos del 2%), siendo limitante el sustrato para que las bacterias benéficas inicien la fermentación. Para que esto ocurra, las encimas del grano (Amilasas), deben transformar el almidón (70% del grano), en azúcares solubles y esto sólo ocurre si el grano posee una humedad entre el 26 y el 30%. Con menos del 26% de humedad, las amilasas disminuyen su actividad, la fermentación se demora aumentando las pérdidas en cantidad y calidad de los granos ensilados.
- Quebrar los granos en forma previa al almacenaje, para hacer más eficiente el aprovechamiento a

## Ganadería

nivel ruminal, facilitar el suministro y evitar la germinación de granos dentro de la estructura del silo.

- Debido al alto índice de degradabilidad de este material, utilizar estructuras de almacenaje que no dejen un frente expuesto demasiado grande, calculando un índice de remoción de la pared expuesta del silo de 1 m diario. El almacenaje en bolsas plásticas es un método muy aconsejado para silo de grano con alto contenido de humedad.

Capacidad de silo bolsa de grano húmedo de maíz en función al tamaño de la bolsa:  $4,5 \times 200 = 60$  t;  $5 \times 200 = 75$  t; y  $6 \times 200 = 108$  t de grano húmedo.

### **Modificaciones de la cosechadora para silaje de grano húmedo de maíz**

Cabezal maicero sin modificaciones de equipamiento; cosechadora con cilindro forrado y mayor velocidad, reducción de la separación cilindro/cóncavo, aumento de los orificios de zaranda y zaran-dón, aumento de la intensidad del viento permiten cosechar maíces con 26 a 30% de humedad sin problema.

**Aclaración:** Otro cultivo que se puede utilizar para el silaje de grano húmedo es el sorgo granífero, el INTA Rafaela posee mucha experiencia al respecto.

### **Picado de maíz/Planta entera**

Si bien esta técnica ya ha sido fuertemente adoptada con gran éxito por los productores argentinos, todavía quedan aspectos por mejorar para asegurar la calidad del forraje.

Es por eso que se debe elegir el híbrido adecuado para cada zona, priorizando la producción de granos, ya que este tipo de forraje conservado es considerado como un alimento voluminoso con alta concentración energética.

Al igual que en la cosecha de cualquier cultivo, es esencial no diferir la fecha óptima de recolección y mantener el lote limpio, libre de malezas y plagas para aumentar la calidad y poder trabajar con equipos de precisión que ayuden a elevar la calidad final del forraje.

Si bien los procesos fermentativos en el silaje de maíz no son tan fácilmente alterables como en la pastura, es conveniente ajustar la técnica siguiendo algunos consejos del INTA PRECOP.

- Utilizar cultivares de maíz de alto potencial de rendimiento de materia seca por hectárea, excelente producción y que el grano alcance el estado de pastoso, a pastoso duro con la caña y las hojas aún verdes.
- Sembrar el maíz con sembradoras neumáticas que aseguren una uniforme emergencia temporal y espacial de las plantas para evitar competencia y caídas de rendimientos en grano.
- Controlar las malezas y plagas en tiempo y forma.
- Picar cuando el grano se encuentre en estado pastoso a pastoso duro, es decir, cuando la línea de leche se encuentra en "un  $\frac{1}{4}$  de línea de leche". En la tabla 1.1, se puede ver la variación del contenido de humedad en función del estadio del grano.

## Ganadería

**Tabla 1.1.** Maíz para silo (Momento oportuno de la confección).

Estadío del grano y línea de leche	Humedad del Grano (%)	Humedad de Forraje (%)	Días entre estádios
<b>Grano lleno</b>	48	74	6
<b>Media leche</b>	40	68	7
<b>¼ Leche(ÓPTIMO)</b>	<b>35</b>	<b>64</b>	<b>11</b>
<b>No leche</b>	32	60	11

- Utilizar picadoras de precisión trabajando con un tamaño de picado uniforme de 8 mm a 18 mm, si el maíz está más seco de lo aconsejado, el largo del picado se disminuye y si el maíz tiene más humedad, el picado se puede alargar. Mantener afiladas las cuchillas de la picadora para realizar cortes netos sin desgrane; las cuchillas afiladas reducen la potencia consumida por kg picado en forma significativa. El afilado se debe realizar varias veces al día dependiendo del material picado (si el maíz está más seco, la cuchilla y la contra cuchilla se desgastan más rápido).
- Cualquiera sea el tipo de almacenaje utilizado, puente, torta, bunker o bolsa plástica, se debe tratar de reducir al máximo el tiempo transcurrido entre el picado y la confección (eliminación del aire).
- Para la confección de Silos Bunker, realizar un eficiente compactado utilizando tractores que desparramen el material picado dentro del silo de manera uniforme y en capas de no más de 10 cm., facilitando de esta manera la extracción total del aire e impidiendo la oxidación del material ensilado.
- Durante la confección se debe evitar el aporte de tierra al silo, por lo cual durante este proceso, las ruedas del tractor pisador no deben tener contacto directo con la tierra. Debe permanecer siempre sobre el silo, de allí la importancia de que el tractor sea ágil en el cambio de velocidad (atrás/adelante), y también en su dirección, todo esto indica que los tractores más convenientes son los 4 x 4 articulados, o bien 4 x 4 con tracción asistida, a los cuales se le adiciona una pala frontal para desparramar uniforme el material aportado en capas.
- Completar el llenado del silo en el menor tiempo posible (picadoras de alta capacidad).
- Taparlo con polietileno asegurando la hermeticidad total del silo y asegurar el mismo con cubiertas usadas atadas entre sí o colocando una capa de tierra sobre el plástico, para evitar que el mismo flamee con el viento y se rompa.
- Cuando el volumen del silo es inferior a 800 t., puede pensarse en la conveniencia de la utilización de silos bolsas, dado que existe un menor porcentaje de pérdidas durante la confección, almacenaje, extracción y suministro.
- Durante el suministro utilizar un sistema de extracción que disminuya las pérdidas en la pared expuesta del silo.

### **Extracción y suministro del silaje**

Como se dijo anteriormente, el proceso de conservación de forrajes no termina hasta que el mismo no llega a la boca del animal.

Es por eso que cuando se trabaja con forrajes "inestables" como los silajes, se debe tener en cuenta que la mayor cantidad de pérdidas se producen al momento del suministro, debido a las fermentaciones secundarias o procesos de oxidación.

## Ganadería

Para alterar lo menos posible la masa del silo que se confeccionó, el INTA PRECOP recomienda:

- Extraer del silo solamente la cantidad de material que va a ser consumido por los animales en un día, para evitar pérdidas por fermentación secundaria.
- Elegir sistemas de extracción que no alteren la superficie expuesta del silo, evitando la entrada de aire al mismo.
- Diagramar la estructura de los silos para poder extraer siempre una capa de 40 cm de la superficie del mismo (pared), asegurando que los animales estén siempre comiendo alimento fresco y bien conservado.
- Cuando se trabaja con la combinación de forrajes, incluir el mixer como instrumento de suministro para lograr una ración balanceada y un mayor aprovechamiento del forraje por parte de las bacterias que habitan el rumen.
- Al momento de cargar los acoplados mixer, introducir primero los elementos voluminosos, como el heno o silaje, y luego los concentrados como los granos o núcleos vitamínicos.
- No llenar los acoplados más de lo que su capacidad en peso lo permita, a pesar que todavía tengan resto de volumen. Esto permitirá lograr un correcto mezclado.
- Utilizar acoplados que cuenten con balanza electrónica para poder formular raciones y hacer eficiente todo el sistema de suministro.
- No dejar el mixer cargado con la ración de un día para el otro, ya que esto perjudica la calidad del alimento.

**Aclaración:** No todos los mixers fabricados en Argentina tienen capacidad de mezclar la ración en tiempo y forma, existen muchas diferencias entre ellos, aunque por fuera parezcan iguales, evitar comprar solamente por precio y verificar la capacidad de mezclado que poseen.

### ***Algunos temas pendientes en la confección de Heno de Alfalfa***

En el tema de la confección de heno de alta calidad (alfalfa pura), se cometen serios errores como no elegir el momento ideal de corte (10% de floración). Argentina, no utiliza corta hileradora de discos con acondicionador a rodillo, esto significa en promedio de ensayos realizados por el INTA, usando este implemento versus las hélices desmalezadoras tradicionales, se reduce en un 53% promedio el tiempo necesario para que la andana alcance el contenido de humedad óptimo para confeccionar el heno (20%), lo cual reduce significativamente las pérdidas de MS debido a respiración.

Además, cuando se corta sin acondicionador, al esperar que el tallo se seque, la hoja se sobreseca y en el momento de recolección y formación del rollo, se pierden gran cantidad de hojas, llegando esas pérdidas al 2,6% de MS (según ensayos del INTA Manfredi). Como esas pérdidas son un 100% hojas, la pérdida del valor nutritivo del rollo es más que significativa.

A todas estas pérdidas evaluadas en situación normal, se le deben agregar las pérdidas ocasionadas por lluvias entre el corte y la confección del heno, que son muy superiores en corte sin acondicionador al estar la andana el 50% más del tiempo en el campo (aumento del riesgo).

**"Se debe tener presente que la proteína de la alfalfa está en la hoja y que enrollar palos es mucho más costoso que hacer rollos de calidad."**

## Ganadería

### **Resumen de factores por mejorar en el equipamiento y uso de maquinaria para forraje conservado en Argentina**

- La utilización de corta hileradoras de discos con plataforma flotante y acondicionador en lugar de corta hileradora tipo desmalezadora (hélice), en alfalfa pura.
- El uso de rastrillos estelares para juntar andanas cuando se hace henolaje o silaje de pastura (amon-tona tierra y broza), impidiendo una buena fermentación del silo. En esos casos (henolaje y silaje de pastura) se deben utilizar rastrillos cardánicos giroscópicos o de otro diseño que eviten el contacto del diente con el suelo.
- La no adopción de enfardadoras gigantes para la confección de heno (alfalfa pura), para alimentar rodeos de alta producción que requieren fibra larga con alta proteína en la ración.

Las enfardadoras gigantes confeccionan heno con menos pérdidas que las rotoenfardadoras (42% menos en ensayos del INTA). Además, por el tipo de construcción del fardo "en panes" es fácilmente racionable (mixer con cuchilla), algo casi imposible de hacer con los rollos.

Los fardos gigantes tienen un 30% más de densidad  $\text{kg/m}^3$ , además, por su forma pueden transportarse sin flete muerto (20 t en un camión normal).

La enfardadora prismática de gran tamaño tiene en EE.UU. más del 50% del mercado, respecto a las rotoenfardadoras (heno de alfalfa).

Si bien es un nicho de mercado para la enfardadora gigante 300 – 500 kg, 1.000 kg/fardo) para heno de alfalfa pura de alta calidad, constituyen un mercado de alto potencial en el corto plazo. Argentina es sinónimo de alfalfa y el forraje conservado de alfalfa debe ser estratégico en los sistemas de intensificación de leche. Todavía quedan 5 millones de hectáreas entre alfalfa pura y consociadas en nuestro país.

### **Silaje/Maíz planta alta (algunos temas pendientes)**

La maquinaria autopropulsada utilizada en Argentina, en su mayoría son las mejores a nivel mundial: Claas, New Holland, John Deere y el resto de las autopropulsadas son todas de muy buena calidad de picado y excelente rendimiento, pero el material a picar (maíz), no está siempre a la altura de las máquinas utilizadas. Bajo rendimiento en materia verde, mala relación de MS/grano, presencia de malezas, inadecuado momento de picado, etc, etc.

Si bien las máquinas picadoras están acorde a los requerimientos de la última tecnología, los camiones que extraen el material picado, generalmente no reúnen las exigencias de capacidad y neumáticos de baja presión que se necesita hoy en el campo argentino (8.000 U\$S/ha y 15 qq/soja por año de arrendamiento). No se puede destruir un lote de Siembra Directa con neumáticos de 100 lbs/pulg<sup>2</sup> que poseen algunos camiones sileros. Las consecuencias de un rastreo pisoteado (compactación y huellas profundas son muy costosas y el efecto negativo es por varios años).

En los países desarrollados los camiones, tractores y acoplados sileros poseen neumáticos de alta flotación (30 lbs/pulg<sup>2</sup> como máximo), además en todos los casos, los neumáticos de alta flotación son de carcasa radial. Tal es el grado de importancia que tiene el tema "compactación de suelo en el picado de maíz", que la firma Claas presentará próximamente una picadora capaz de modificar la presión de sus neumáticos según si se encuentra en posición de trabajo o transporte en forma automática (menor presión de neumático igual a menor presión específica de la máquina sobre el suelo agrícola).

## Ganadería

En Argentina el 80% de los cultivos se siembran en Siembra Directa continua; y este factor debe tenerse presente también en la producción ganadera.

El largo de picado ideal para la confección de un silo de maíz, depende del estado de madurez del grano (línea de leche) y de la humedad de la masa foliar (tallo y hoja) y esto depende del híbrido, del estrés biológico que haya sufrido el cultivo (agua y nutrientes) y eso puede variar de manera significativa en los diferentes ambientes que presente un lote (lomas, medias lomas, bajos, napas altas/bajas, cultivo anterior, fertilización, etc.) y esa variabilidad puede ocurrir varias veces en el largo de la tirada de la picadora.

Lo que se pretende es zonificar por ambientes y picar por separado con el largo de picado ideal a cada ambiente, o bien comenzar a pensar en introducir algunos equipamientos como son los Sensores NIRS colocados en el cabezal de la picadora, que leen el índice verde y, de acuerdo al estado del maíz, van adaptando automáticamente el largo del picado de 8 a 13 mm.

Otra alternativa es disponer de una picadora autopropulsada que permita modificar el largo del picado en movimiento y desde el puesto de comando, un operario concientizado sabe, que cuando el maíz se encuentra más seco de lo normal, debe reducir el largo de picado y donde el maíz se encuentra más verde/húmedo, el largo de picado debe extenderse. De esta manera podrá realizar un silo con buena fermentación (sin aire) y evitar pérdidas por efluentes cuando el picado se hace "sopa" (el picado con falta de filo en las cuchillas produce desgarro de pared celular y pérdidas por efluentes).

### **Reflexión final**

La agricultura en Argentina, tecnológicamente seguirá creciendo a buen ritmo, algunos analistas del INTA indican un crecimiento productivo capaz de alcanzar una producción de 148 M/t. para el 2015, o sea un aumento del 52% en producción, con sólo un 16% de aumento en el área sembrable.

En cambio, en la vereda del frente, en ganadería bovina son muy pocos los que se arriesgan a realizar análisis prospectivos con aumento significativo de producción. La producción actual de carne en Argentina está en el orden de 3,018 millones de toneladas con casi 55 millones de cabezas, el consumo interno esta en 2,47 millones de toneladas, lo que da un saldo exportable de 548.000 toneladas, eso da un consumo per capita de 65 kg/habitante/año y un consumo total de carne de 100,3 kg/habitante/año.

Los analistas indican que en el 2015, Argentina producirá 3,475 millones de toneladas de carne bovina, un 14,3 % de aumento de producción, el consumo caerá a 2 millones de toneladas, lo cual dejará un saldo exportable de 1,475 millones de toneladas, o sea 156% más de exportación, eso tomando como base un consumo interno en el año 2015 de 50 kg/habitante/año de carne vacuna, 35 kg/habitante/año de carne aviar, 11 kg/habitante/año de carne porcina y 1 kg/habitante/año de carne ovina.

Para que estas proyecciones sean posible, la producción porcina debe aumentar de 262.000 tn a 726.000 tn en el 2015, o sea un 177% de aumento y la producción aviar un 82% pasando de las 1.116.000 tn actuales a las 2.110 tn en el 2015 (Fuente: SAGPYA y ONCA).

En cuanto a la producción de leche los analistas optimistas indican que se podrán alcanzar incrementos del rodeo del 2% anual acumulado, sumado al aumento de productividad, aumento del consumo interno de 200 a 230 lts/habitante/año y un aumento significativo de las exportaciones de leche y sus derivados (Tabla 1.2).

## Ganadería

**Tabla 1.2.** Indicadores de la producción lechera y sus perspectivas para el año 2015.

Indicadores	2007	Proyección 2015	Incremento (%)
Litros/año (millones)	9.450	13.962	48%
Litros/vaca ordeño/día	16,5	20,7	25%
Vaca ordeño (miles)	1.575	1.845	17%
Consumo interno (lit/hab/año)	200	230	15%
Consumo interno (%)	83,4	70,3	-
Exportación (%)	16,6	29,7	-

Los sistemas productivos ganaderos (bovinos) predominantes de Argentina, por varios factores aditivos tranquera adentro y tranquera afuera no resultan competitivos frente a los sistemas productivos agrícolas predominantes de la región pampeana y eso debería corregirse en el corto plazo. Son muchos los cambios evolutivos que son necesarios realizar para que se cumplan estas previsiones en Argentina, tanto en leche como en carne, pero sin duda alguna la competitividad con la agricultura se recupera en parte con un uso más eficiente del recurso tierra (caro, escaso y muy demandado) y eso en ganadería es sinónimo de producciones confinadas o estabuladas y una cosecha mecánica del pasto realizada con alta eficiencia, o sea con bajas pérdidas en cantidad y calidad, como así también un aumento de la eficiencia de transformación de los kg de ración entregada.

Como dato aclaratorio se puede señalar que en la campaña 2007/2008, se picaron unas 700.000 has de maíz para silo y que el 50% fue destinado a la producción intensiva de carne, lo cual significa un cambio relativo respecto a lo ocurrido unos años atrás y donde el 80% del silaje de maíz se destinaba a la producción de leche.

Sólo con la intervención de todos se encontrará la solución, técnicos referentes, productores, industriales, proveedores (abastecedores del mercado interno), exportadores, gobiernos municipales, provinciales y nacional en una mesa, con el mismo objetivo; recuperar la competitividad de la ganadería bovina frente a una agricultura cada día más eficiente y donde la solución no pase por nivelar para abajo, sino todo lo contrario, tomar postura de autocrítica, de cambio evolutivo, de análisis de inversión, de compromisos de aumento de productividad y calidad desde la producción de alimentos hasta las góndolas del mundo. Esto no lo soluciona el libre mercado, eso ya se probó en Argentina, ni el efecto derrame, porque lo que hoy existe es concentración de riqueza, la solución pasa por una mayor intervención del Estado, intervención inteligente consensuada con todos los actores de la cadena, intervención sobre los agujeros negros impositivos, intervención para defender al pequeño y mediano productor, intervención en los valores de los alquileres, intervención en la redistribución estratégica para favorecer el desarrollo de valor agregado en origen, la pregunta es clara y precisa ¿están los productores preparados para una política de mayor intervención del Estado?.

Los nuevos paradigmas inducen cambios y adaptaciones, y para ello se debe estar preparado. Para producir carne o leche se requiere alimentos que provienen en el 100% de los casos de una hectárea de campo. La realidad indica que el recurso tierra aumentó en los últimos 5 años en más del triple su valor en dólares, por lo tanto parece lógico que la ganadería de carne y leche debe evolucionar verticalmente haciendo más eficiente el uso y aprovechamiento del recurso tierra, cada día más escaso y sobredemandado por la agricultura.

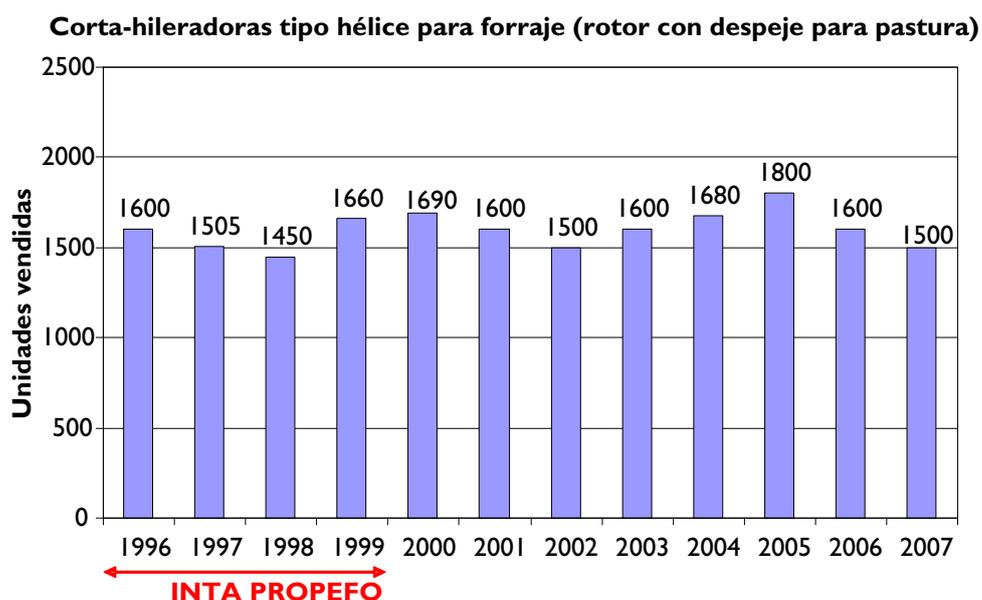
## Mercado de maquinaria de forraje conservado

Mario Bragachini, José Peiretti

La maquinaria de forraje conservado, durante los últimos años, no evolucionó al ritmo que lo hizo el mercado del resto de la maquinaria en Argentina.

La única máquina que tuvo buena demanda durante el año 2007 fueron las picadoras autopropulsadas de gran capacidad.

### Mercado de corta-hileradoras tipo hélice para forraje



**Figura 2.1.** Mercado de corta-hileradoras tipo hélice para forraje (rotor con despeje para pasturas) en Argentina; nuestro país es uno de los pocos países en el mundo que utiliza el sistema de corte tipo hélice para realizar heno de alfalfa. Como se sabe y se explicará en este trabajo, no es la máquina apropiada para tal fin, como ventaja se menciona su bajo costo de adquisición y muy bajo mantenimiento. Como desventaja tiene la excesiva pérdida de hojas que provoca durante el corte/hilerado y el daño a la corona de la alfalfa. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

### Mercado de corta hileradoras de disco con acondicionador

Argentina todavía posee más de 5 M/ha de alfalfa entre pura y consociada y eso representa un potencial productivo de producción animal muy grande, además la productividad de la alfalfa en Argentina es muy significativa, ya que en promedio se pueden realizar 6 cortes con más de 10.000 kg/ha de materia seca por año (proteínas y fibras de alta calidad), que debe llegar a la boca de los animales con la mayor calidad o sea con las menores pérdidas.

Como parámetros de evaluación de la calidad de heno de alfalfa, se puede mencionar que **Argentina es uno de los países de menor venta de cortadoras-hileradoras de discos con acondicionador de Latinoamérica. Según el Ing. Agr. Pablo Cattani, cortar la alfalfa con hélices desmalezadoras es sinónimo de pérdida de hojas, de pérdida de coronas, de pérdida de capacidad de rebrote, de pérdida de longevidad de la pastura;** cortar y andar esperando que la hoja pierda humedad a la misma velocidad del tallo, implica perder hojas en la confección; para evitar eso se inventó el acondicionador mecánico, para acelerar el proceso de pérdidas de humedad del tallo y evitar que la hoja se reseque, se pierdan nutrientes por respiración y hojas durante la confección.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

La diferencia entre cortar la alfalfa con disco y acondicionador, versus desmalezadora, es simplemente poder hacer rollos con hojas (el 65% del valor nutritivo del heno de alfalfa está en la hoja) o hacer un rollo con palos sin valor nutritivo (muy caro e ineficiente).

**Tabla 2.1.** Mercado de corta-hileradora con acondicionador de arrastre. Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

Año	N° de Unidades	Inversión en M/US\$	Proyecto forraje conservado del INTA PROPEFO
1996	207	3,52	
1997	196	3,5	
1998	160	2,9	
1999	158	2,9	
2000	100	1,85	
2001	60	1,14	
2002	50	1,03	
2003	65	1,36	
2004	100	2,2	
2005	110	2,42	
2006	120	2,7	
2007	130	3,12	

En el 2007 se incrementó el mercado de unidades, en un 8,3% y la inversión en un 15% (Tabla 2.1).

La industria nacional tiene una participación del 15% en las ventas, el resto es importado de EE.UU. y Europa en su gran mayoría Khun, John Deere, Case/New Holland y Agco.

Las empresas de producción nacional que lideran este mercado son Yomel y también es importante Tecnología Pérez.

En un 90% las máquinas vendidas con acondicionadores de rodillo de caucho, poseen sistema de corte con plataforma flotante de discos de cuchillas cortas y sólo el 10% son sistemas de corte alternativo (cuchilla y puntón), lo cual representa un nicho de mercado.

### Corta-hileradoras autopropulsadas con acondicionador

Este es un rubro que no crece en Argentina por varios motivos, la poca cultura del heno de calidad y por otro lado el muy poco silaje de pastura realizado.

Silaje de pastura de alta calidad es sinónimo de una corta hileradora con acondicionador de alta capacidad, un juntador de andana sin incorporación de tierra (rastrillo con TDP) y una picadora autopropulsada de alta eficiencia. Este tipo de equipamiento en Argentina representa nichos de mercado en la actualidad, pero puede crecer en el corto plazo su demanda.

Las máquinas corta-hileradoras con acondicionador autopropulsado en la actualidad tienen un ancho de corte de 4 a 4,8 m, en todos los casos se venden máquinas con sistemas de corte por disco, con cuchillas cortas sobre plataformas flotantes y rodillos de caucho o metal como acondicionador (Tabla 2.2).

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

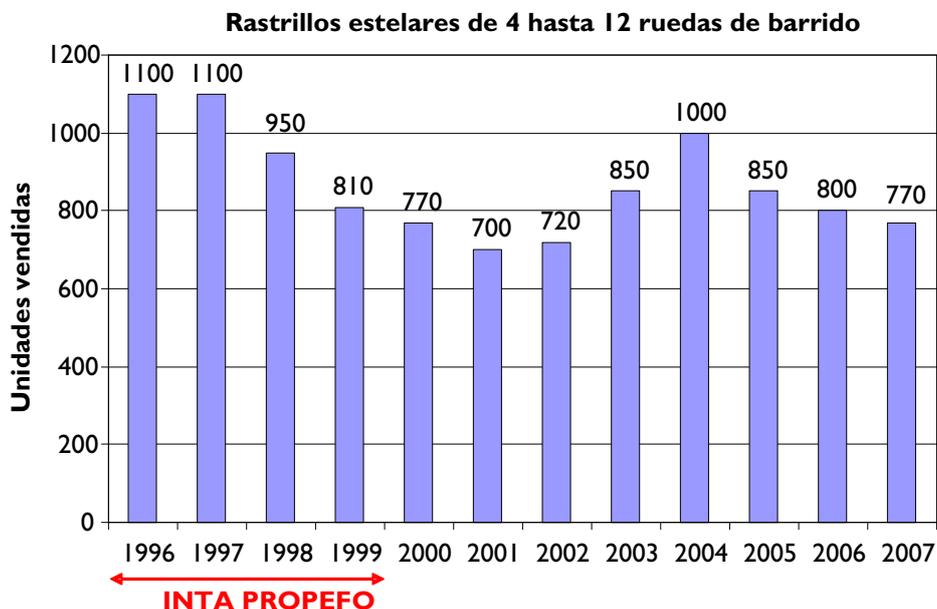
**Tabla 2.2.** Mercado de corta-hileradoras autopropulsadas con acondicionador: (procedencia de las máquinas, 100% EE.UU.) Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

Año	N° de Unidades	Inversión en M/US\$
1996	0	0
1997	2	0,2
1998	5	0,6
1999	10	1,2
2000	5	0,7
2001	5	0,7
2002	5	0,7
2003	4	0,5
2004	8	1,5
2005	7	0,95
2006	7	0,98
2007	8	1,12

Proyecto forraje conservado del INTA PROPEFO

El 100% de las corta-hileradoras con acondicionador autopropulsadas son importadas y en la medida que crezca la demanda de forraje henificado de alta calidad y el silaje de pasturas, este equipo puede aumentar sus ventas en forma significativa.

### Mercado de rastrillos estelares



**Figura 2.2.** Mercado de rastrillos estelares de 4 hasta 12 ruedas en Argentina. Los modelos más vendidos son de arrastre de 6 y 7 ruedas. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

### Mercado de Rotoenfardadoras

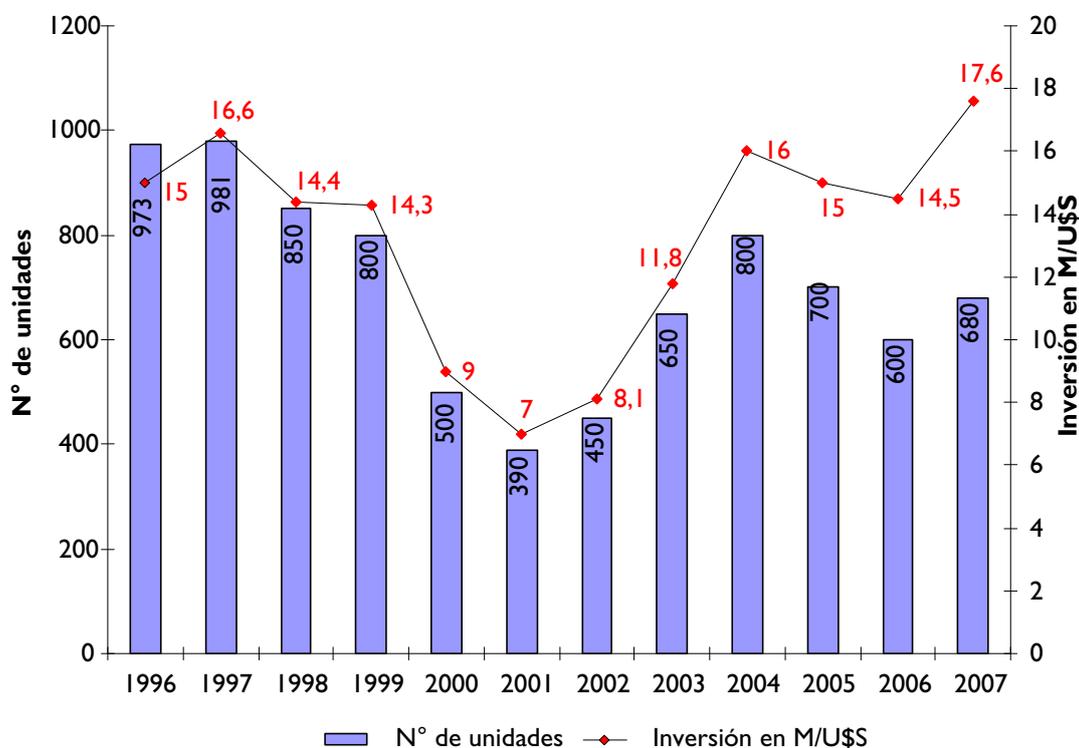


Figura 2.3 . Mercado de rotoenfardadoras. Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

En el 2007 las ventas de rotoenfardadoras tuvieron un incremento del 13 % en el número de unidades y un 7 % de su valor en dólar; por lo cual el aumento de la inversión fue del 21 % en el último año (Figura 2.3).

Las máquinas rotoenfardadoras cada día son más sofisticadas electrónicamente y con mayor automatismo y capacidad de trabajo. De las fabricas argentinas, Mainero & Cia domina el mercado. Otras firmas fabricantes de rotoenfardadoras nacionales son Implecor y más recientemente De Grande.

La industria nacional posee entre el 50% y el 60% del mercado de rotoenfardadoras, el 40% a 50% restante se importa de EE.UU. (Agco, New Holland y John Deere, en su gran mayoría).

La firma Mainero, exporta rotoenfardadoras a varios países del mundo.

La tendencia tecnológica es hacia el automatismo de la máquina, adaptando monitores cada día más complejos y precisos, las máquinas más vendidas están en un ancho de cámara entre 1,5 y 1,6 m. con diámetro de rollo de 1,7 a 1,9 m. todo en un 98% con hilo (Aclaración: existe un mercado potencial en las rotoenfardadoras de ancho de cámara de 1,2 m).

Una demanda tecnológica ya requerida por el mercado demandante de rotoenfardadoras es los recolectores de andana de bajo perfil y más ancho que la cámara, lo cual elimina las ruedas junta-andanas laterales, evitando el ingreso de brosa y tierra, aspecto fundamental cuando el destino del rollo es henolaje.

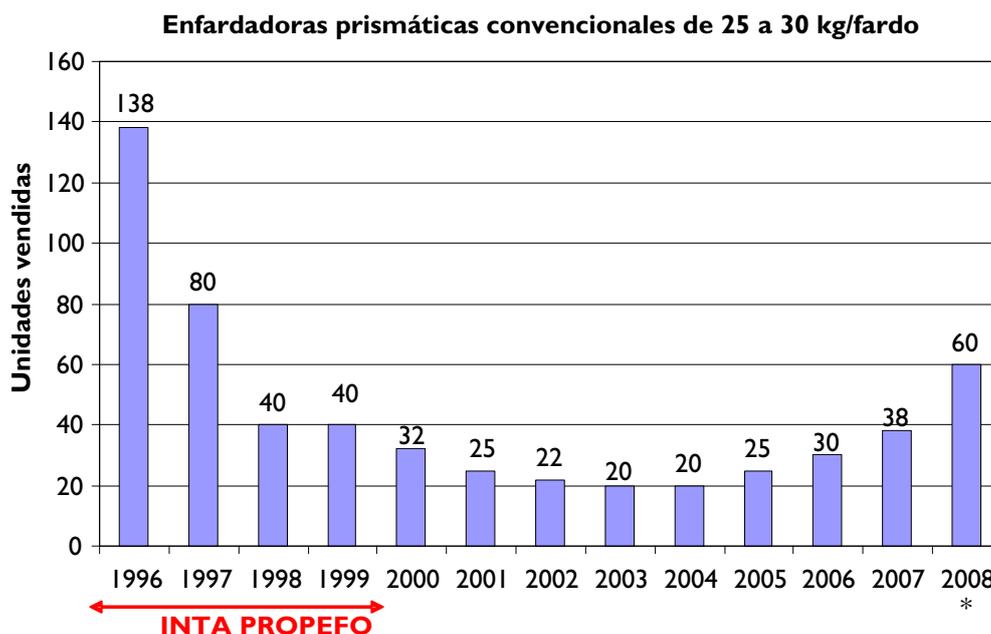
En Argentina se hace poco forraje conservado de buena calidad en relación a su potencial

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

productivo y a las condiciones climáticas disponibles, el motivo de la baja calidad del heno en Argentina está relacionada a múltiples factores de manejo, pero no a la calidad de las rotoenfardadoras utilizadas que son excelentes.

### Mercado de enfardadoras prismáticas convencionales y gigantes

El mercado de enfardadoras prismáticas (Figura 2.4), es dominado por Mainero & Cía., con un 55% del mercado y AGCO con un nuevo modelo de carga central con el 45% del mercado (origen EE.UU).



**Figura 2.4.** Mercado argentino de enfardadoras prismáticas convencionales de 25 a 30 kg/fardo. \* Estimado. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

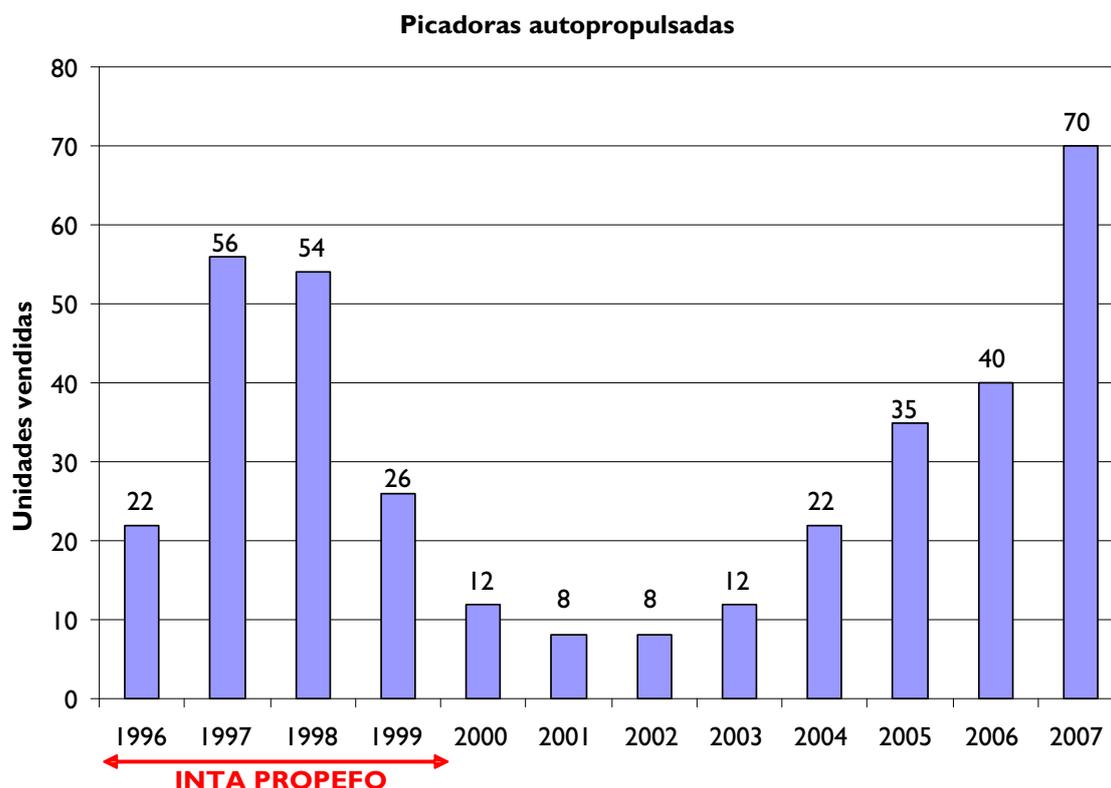
### Mercado de enfardadoras prismáticas de 400/500 kg y de 800/1000 kg

En la década del 90 ingresaron más de 10 enfardadoras prismáticas de gran tamaño, luego se discontinuó su importación y durante el año 2007/2008, la firma AGCO ingresó al país unas 3 o 4 enfardadoras gigantes más.

### Mercado de picadoras autopropulsadas

La tendencia indica que las picadoras ya superaron los 350 C.V. promedio de motor. Más del 90% se venden con cabezales de corte rotativos y el origen de las picadoras es en su gran mayoría importado (90% la gran mayoría es de origen alemán y belga, muy pocas son de EE.UU. y Bielorrusia y sólo el 10% son de industria nacional) (Figura 2.5).

## Mercado de maquinaria de forraje conservado



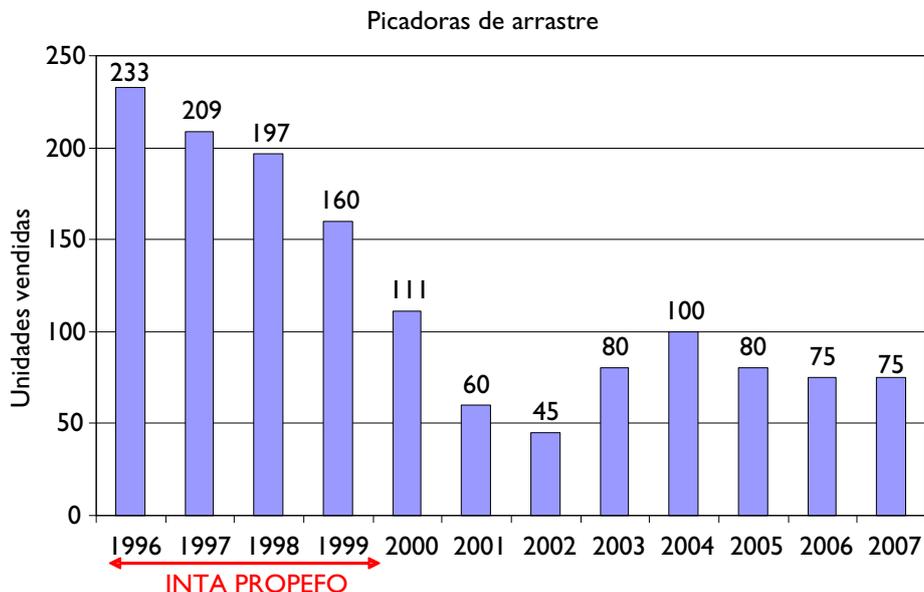
**Figura 2.5.** Mercado de picadoras autopropulsada en Argentina. Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

Las ventas están divididas en: 42 máquinas de origen alemán, 15 de origen belga, 4 de origen bielorruso y 9 de origen nacional, la marca de picadoras más difundida es Claas. Las fábricas nacionales son Marani y Bernardín, esta última con un alto componente importado.

Teniendo en cuenta el mercado de venta de picadoras y la consulta realizada a las cámaras respectivas, indican que en la pasada campaña se realizó picado fino en 700.000 has de maíz (el porcentaje de sorgo por ahora no es importante) y la mitad de ese forraje fue destinado a la producción de carne (Feed Lot). A diferencia de lo que ocurría en la década del 90, donde casi el 80 % del silaje de Maíz era destinado a la producción de leche. Esta evolución de silaje de Maíz picado fino en Argentina, indica una evolución a los sistemas intensivos de producción, lo cual origina una alimentación mecánica, extracción, elaboración de la ración y suministros, lo cual conlleva a una mayor necesidad de máquinas forrajeras.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

### Mercado de picadoras de arrastre (picado fino)



**Figura 2.6.** Mercado de picadoras de arrastre (picado fino) en Argentina. Fuente: INTA PRECOP, Julio de 2008.

El mercado de picadoras de arrastre en Argentina se estabilizó en 70 – 80 picadoras al año de 2 o 3 hileras, para tractores de 100 a 120 CV con una capacidad de 30.000 a 50.000 kg/MV/hr. El mercado es dominado por la industria nacional y dentro de ello por la firma Mainero & Cia.

### Mercado de embolsadoras de forraje

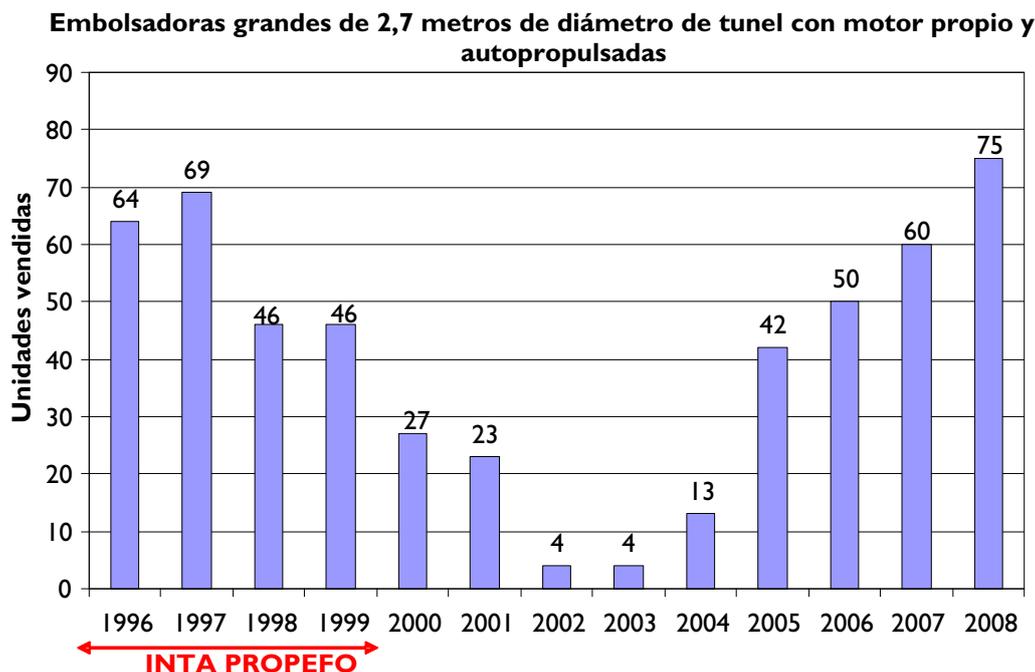
**Tabla 2.3.** Mercado argentino de embolsadoras para grano húmedo de 9 pies, con quebradora incorporada. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

Año	Unidades vendidas
2005	14
2006	36
2007	30
2008 *	30 *

\* Tendencia

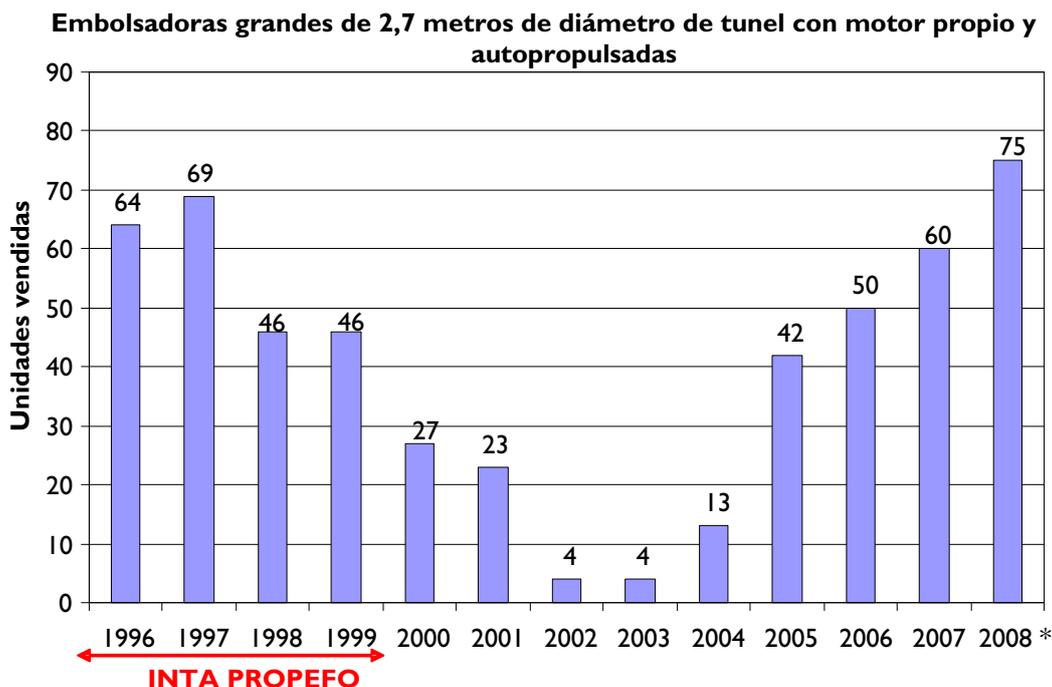
El mercado de embolsadoras de 9 pies con quebradora incorporada, es dominado por las firmas Richiger, Martinez & Staneck y otras fábricas locales.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado



**Figura 2.7.** Mercado de embolsadoras de 2,7 metros de diámetro de túnel con motor propio y autopropulsadas (picado fino) en Argentina. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

En lo que respecta a las embolsadoras de 2,7 metros de diámetro de túnel, las firmas más representativas son: Implecor, Green Pac y Biscontí, tienen el 90 % del mercado, de las que el 90 % de las máquinas se adquieren con motor propio de 150 CV. Aunque existen ya máquinas con sistema de auto-traslado hidrostático, todavía no salen del estado de prototipo. El gran desafío de corto plazo es hacer una embolsadora de 10 a 12 pies de diámetro y con sistema de compactado sin cable y freno en las ruedas.

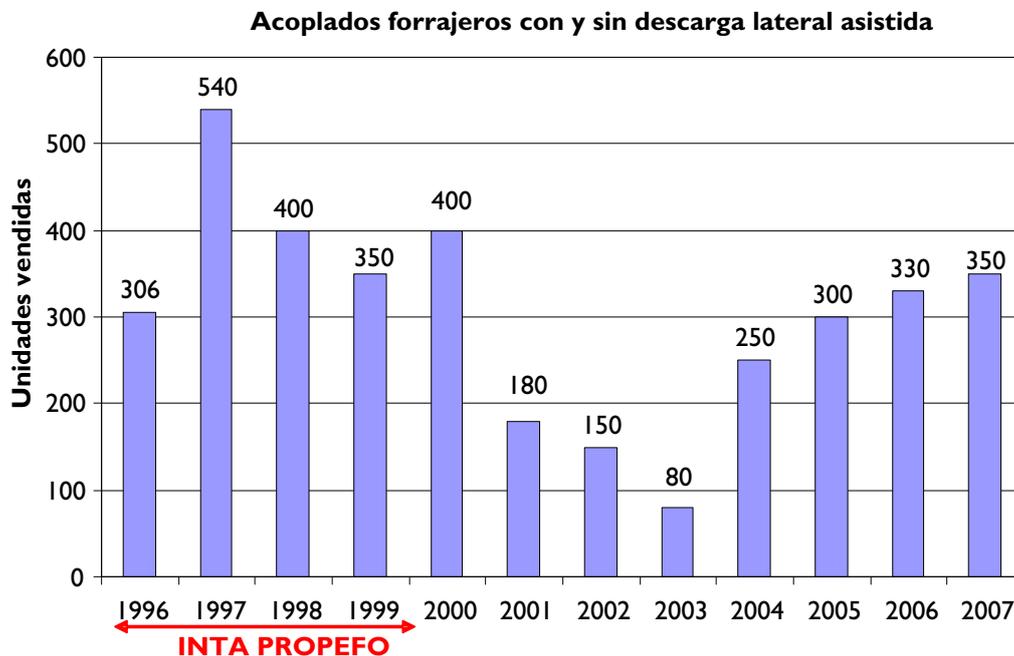


**Figura 2.8.** Mercado argentino de embolsadoras para grano húmedo de 5 y 6 pies (1,8 metros) con quebradora de granos. \* Tendencia. Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

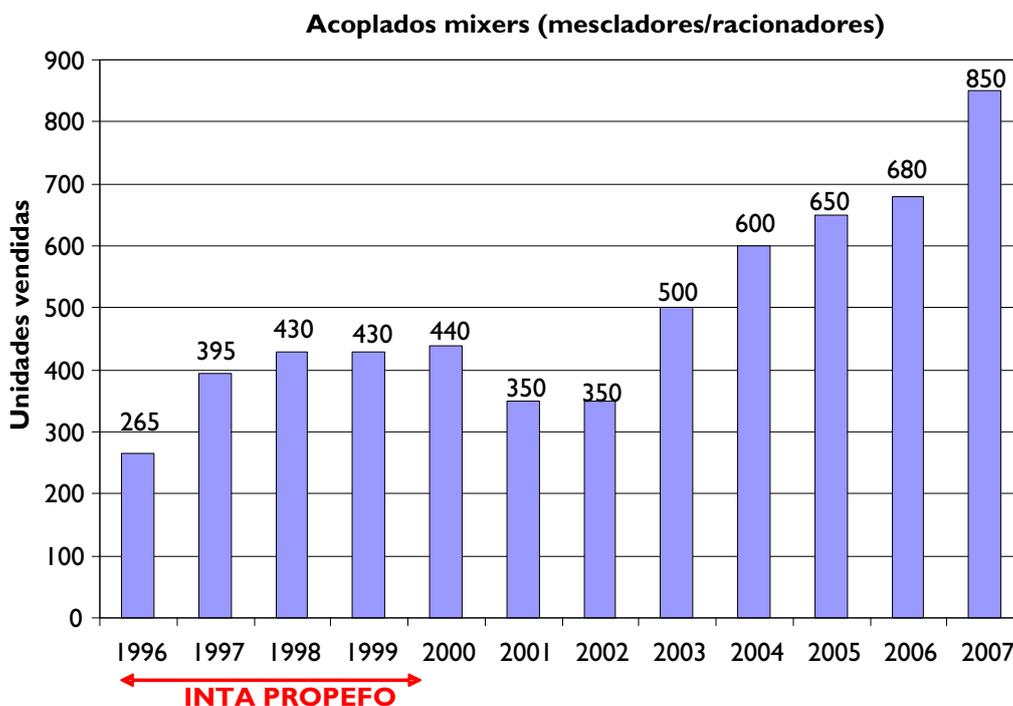
### Mercado de acoplados forrajeros

La figura 2.9, incluye también los acoplados con volquetes.



**Figura 2.9.** Mercado de acoplados forrajeros con y sin descarga lateral asistida (se incluyen también los acoplados volquetes). Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

### Mercado de acoplados mixers



**Figura 2.10.** Mercado de acoplados mixers (mescladores/raionadores). Fuente: INTA PRECOP, Julio del 2008.

## Mercado de maquinaria de forraje conservado

El mercado de acoplados mixers mejoró en estos últimos años su demanda gracias al aumento de Feed Lot, rubro que creció significativamente en los últimos dos años.

El mercado de acoplados mixers es dominado por la industria nacional y por mixers muy simples de 3 o 4 sinfines, no aptos para procesar fibra larga, el mercado de mixers robustos con cuchillas ara fibra larga, todavía es muy reducido en Argentina, aunque tiene posibilidad de crecer la demanda en el corto plazo.

### Resumen de los rubros analizados

**Tabla 2.4.** Participación de la industria nacional en los diferentes mercados analizados. Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

Rubros analizados	Inversión en M/U\$S	Participación de la Producción Nacional
Cosechadoras de granos y cabezales sojeros/trigueros	330	36% de las unidades 30% de la inversión
Cabezales Girasoleros	12	99% de la inversión
Cabezales Maiceros	27	95% de la inversión
Sembradoras	160	96% de las unidades 98% de la inversión
Pulverizadoras autopropulsadas	82	85,5% de las unidades 84% de la inversión
Pulverizadoras de arrastre	25	85% de las unidades 80% de la inversión
Tractores	333	18% de las unidades 22% de la inversión
Tolvas autodescargables	50	100% de la inversión
Agrocomponentes de Agricultura de Precisión	31	50% de la inversión
Picadoras Autopropulsadas	21	8% de la inversión
Mixers	15,3	95% de la inversión
Corta hileradoras autopropulsadas con acondicionador	1,12	0% de la inversión
Corta hileradora de arrastre con acondicionador	3,12	30% de la inversión
Rotoenfardadora	17,6	55% de la inversión
Corta hileradora tipo helice	12,0	98% de la inversión
Picadoras de arrastre	1,87	80% de la inversión
Enfardadora prismática normal	0,80	55% de la inversión

### Agradecimiento

A todas las empresas por aportar los datos, especialmente a: CAFMA, CIDETER, Mainero, Richiger, IMplecor, John Deere, New Holland, Claas, Yomel, Ombú y otras.

## Generalidades

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

La mecanización de la cosecha de forrajes se plantea como la herramienta que permite a los sistemas ganaderos ser más rentables, estables y previsibles a lo largo del tiempo.

De acuerdo a las características que muestran los diferentes sistemas productivos, se comienza a trabajar sobre la premisa de que la producción ganadera debería ser planificada de acuerdo a la demanda del mercado, a la posibilidad de comprar reposición barata en lo que se refiere a invernada, la necesidad de mejorar la alimentación cuando se está por entrar en servicio con el rodeo de cría, o bien tener una alimentación constante y estabilizada a lo largo del año, como es la demanda de la producción de leche.

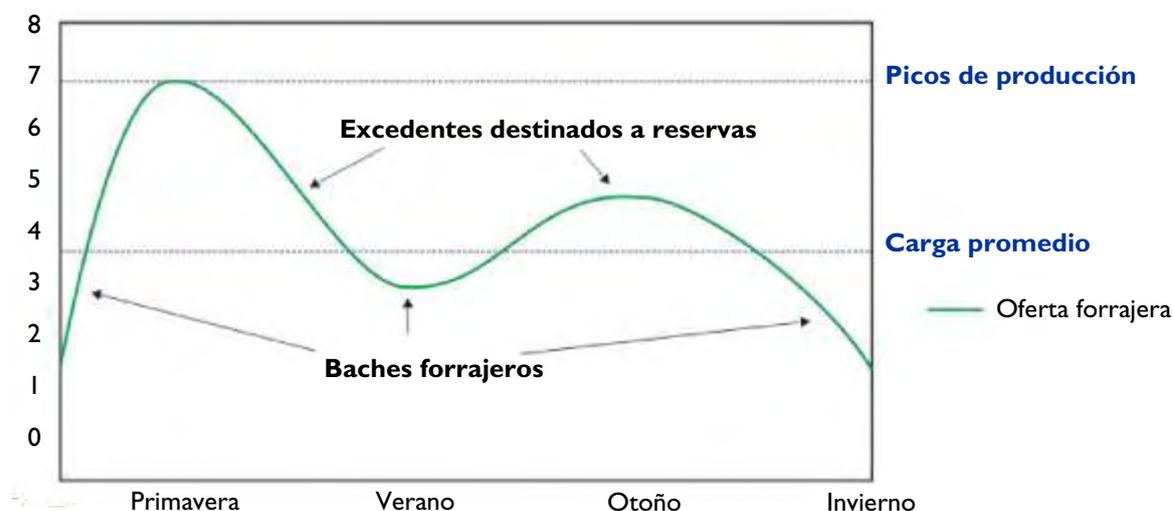
De acuerdo a estos conceptos comienza a hacerse impensable la posibilidad de producir carne o leche bajo un sistema que se torne frágil frente a variaciones o inclemencias climáticas y es por ello que la producción de forrajes conservados de alta calidad se convierten en la herramienta fundamental que ayuda a los productores a tomar las decisiones estratégicas acertadas en lo que se refiere a su sistema productivo, ya sea de carne, leche o bien sistemas mixtos en donde conviven la agricultura con la ganadería intensiva.

### Fundamentos de la incorporación de los forrajes conservados a los procesos productivos

#### I - Estabilizar la producción

A lo largo del año existen baches en la oferta forrajera que dependiendo de la zona y geografía de producción pueden darse en diferentes épocas del año y siempre constituyen un problema en la planificación de la carga animal de los establecimientos, teniendo períodos en donde falta el alimento que asegure la subsistencia del rodeo y épocas en donde las pasturas son sub aprovechadas (Figura 3.1).

En este momento es en el que se hace necesario programar los procesos de conservación de forrajes a los fines de diferir el alimento para épocas con escasez de alimento.



**Figura 3.1.** Esquema mostrando la oferta forrajera a lo largo del año y los momentos en los cuales se producen excedentes y faltantes de forraje según la demanda.

## Generalidades

Cabe destacar que la falta de cantidad no es la única falla que ocurre en la alimentación bovina.

En las zonas tropicales, en las épocas de lluvia, existe una oferta de forraje excesiva para las cargas animales permitidas por lo campos y por lo general los rodeos terminan comiendo pasturas muy pasadas de su momento óptimo de aprovechamiento.

En esos casos el forraje conservado constituye una herramienta fundamental, para controlar la evolución de las pasturas (mejorando la calidad de las que se aprovechan de las épocas lluviosas) y poder transferir forraje de alta calidad para las épocas de escasez.



**Figura 3.2.** Balancear la dieta es fundamental para obtener un producto de calidad, tanto en la producción de leche, como de carne.

El balance de las dietas en cantidad y calidad de forrajes es fundamental para mejorar los índices productivos, ya sea de carne o de leche (Figura 3.2).

### 2 - Aumentar la producción

Es lógico pensar que en sistemas de alimentación estabilizados y en donde se puede contar con todos los componentes básicos de una dieta ganadera (Fibra, Proteína y Energía), los procesos de producción sean planificados y por lo tanto eficientizar el sistema, haciendo que las ganancias se multipliquen.

En este punto se debe destacar que cuando existen alimentos disponibles, aunque estos sean forrajes conservados, las decisiones a tomar en lo referente a la alimentación serán bien pensadas y planificadas, por no existir urgencias en el sistema, y por lo tanto seguramente mucho más acertadas que cuando se actúa desde la urgencia, justificando aún más la necesidad del forraje conservado como una herramienta para el aumento de la producción.

En las zonas tropicales y subtropicales en donde se está alojando hoy la ganadería (principalmente de carne), es importante considerar que existen, a lo largo de año, épocas en donde la alimentación es ineficiente, ya sea por la calidad o la cantidad de la oferta de forrajes.

La calidad del forraje es fundamental para lograr incrementos productivos, y muchas veces el forraje conservado también juega un papel fundamental para el incremento del consumo de Materia Seca, en esas zonas de producción.

## Generalidades

En las temporadas de lluvia es muy común ver animales con diarrea que están necesitando un alimento de menor contenido de humedad pero de igual calidad que el que están comiendo a campo, y en ese caso toma un papel relevante el heno como regulador de la función ruminal (Figura 3.3).



**Figura 3.3.** Es común ver en zonas tropicales, animales comiendo pasturas que ya no presentan su mejor valor nutritivo.

Otro punto destacable a tener en cuenta para las zonas cálidas es que cuando se llega a temperaturas extremas, los animales deprimen la capacidad de consumo buscando refrigerarse a la sombra en donde no consiguen forraje, reduciendo de esta forma las horas de ingesta diaria.

Contando con forraje conservado de alta calidad y ofreciéndolo en las horas en que los animales buscan la sombra, se puede llegar a aumentar la ingesta y equilibrar las dietas, con el consiguiente incremento de la producción.

### 3 - Diversificar la producción

En las zonas de producción en donde conviven la ganadería con otra actividad agrícola, es lógico pensar que los vaivenes económicos lleven a hacer que otras actividades sean más o menos rentables que la ganadería misma.

Es por ello que cuando se da esta situación puntual, el forraje conservado permite hacer un uso más eficiente de la tierra concentrando el ganado en un área marginal o mas concentrada del campo, liberando tierras para otro uso sin necesidad de deshacerse del rodeo original.

#### Diferentes tipos de conservación de forrajes (descripción)

Los forrajes conservados se pueden clasificar, de acuerdo a como se procede para su conservación:

##### I - Conservación física

Se realiza mediante la acción de agentes climáticos (luz solar, calor, viento), favoreciendo la evaporación o eliminación del agua de los tejidos de la planta, para que la misma no sufra procesos de descomposición en el futuro.

## Generalidades

Literalmente se deseca la planta mediante los agentes climáticos, para luego recogerla y almacenarla mediante diferentes sistemas. (fardos, rollos, parvas).

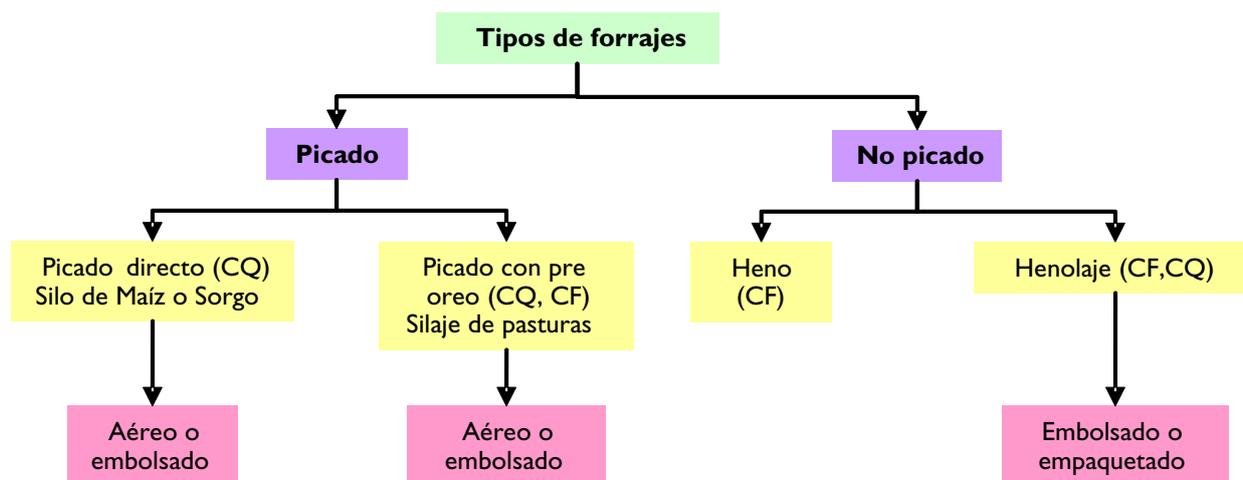
### 2 - Conservación química

Es la que se realiza mediante la acción de microorganismos (principalmente bacterias), las cuales en ausencia de oxígeno, producen ácidos que ayudan a la conservación del forraje ya que se inhiben los procesos de descomposición, por la alta acidificación del medio.

Estos microorganismos utilizan los hidratos de carbono de la planta para producir los ácidos que sirven como conservantes.

Se debe destacar que para la producción de algunos forrajes conservados se utiliza solamente la conservación física (henos), para otros la química (silajes de maíz o sorgo granífero), mientras que existen forrajes conservados que para su producción necesitan de procesos físicos y químicos, para que su conservación sea adecuada, tal el caso de los silajes de pasturas o el henolaje empaquetado.

Otra clasificación que se puede realizar de los forrajes conservados es si para su confección se pica la fibra o no, por lo que los forrajes pueden ser picados o no picados y con conservación química (CQ) o física (CF) de acuerdo a lo expresado en la Figura 3.4.



**Figura 3.4.** Clasificación de los forrajes según el tratamiento que sufre la fibra vegetal.

Otra de las clasificaciones y quizás la más utilizada, es por el contenido de humedad con que se confeccionan los diferentes tipos de forraje conservado:

- Heno 20% de humedad.
- Henolaje 50% de humedad.
- Henilaje 60-65% de humedad.
- Silaje 70% de humedad.

Cada uno de los alimentos ofrece básicamente fibra, proteína y energía a la dieta de los animales, y si bien los forrajes conservados (FFCC), también los ofrecen es importante diferenciarlos de acuerdo a que aportan en mayor medida a la dieta.

## Generalidades

- Heno: proteína, fibra.
- Henolaje: proteína, fibra.
- Silaje de pasturas: proteína, fibra.
- Silaje de maíz y sorgo granífero: energía y fibra.
- Silaje de grano húmedo: energía.

Esa clasificación es fundamental tenerla en cuenta, cuando se planifica la producción de los FFCC, para ofrecer a los rodeos lo que realmente están necesitando y elegir qué tipo de forraje conservado se va a producir.

De este punto, se desprende el razonamiento de por qué elegimos un sistema de conservación por sobre los restantes, y es allí cuando empiezan a tomar relevancia otros aspectos que ayudan a decidir qué sistema de conservación se va a utilizar, de acuerdo a algunas características o situaciones que se presentan a diario en la explotaciones ganaderas.

### Qué tipo de forrajes producir

Para tomar esta decisión hay que tener en cuenta algunos factores que se desarrollan a continuación:

#### 1 - Disponibilidad del forraje

Existen especies que entregan el forraje en forma paulatina a lo largo del año (alfalfa por ejemplo), lo que permite cosechas parciales y por lo tanto métodos de cosecha más lentos, tal como el heno o henolaje, en tanto que para especies que entregan una gran cantidad de volumen de Materia Seca (como el maíz o el sorgo), el silaje se constituye en un método más adecuado debido a que la recolección del material se hace mucho más rápido.

#### 2 - Monto de la inversión

Ya sea que se trabaje con maquinaria propia o contratada, el monto de inversión para algunos sistemas de conservación puede ser una limitante para su adopción, por lo que en la mayoría de los casos se puede reemplazar un sistema por otro, que aunque no sea tan eficiente puede ser un costo reducido de tal manera que siempre se confeccione el forraje conservado necesario.

En este punto también puede incidir la capacidad financiera para el pago, ya que los sistemas que permiten cosechas parciales, siempre contemplarán pagos paulatinos o fraccionados, en tanto que las cosechas inmediatas, demandan un pago a corto plazo que debe amortizarse durante su uso a lo largo del año.

#### 3 - Capacitación y disponibilidad de personal

De hecho que existen sistemas de conservación que son más riesgosos que otros en cuanto al logro de la calidad que se demanda y es por ello que hay que ser más cuidadoso en el proceso de confección, almacenaje y suministro.

La capacitación y la disponibilidad de personal idóneo y responsable, juega un rol importantísimo en la adopción de cada uno de los forrajes conservados, teniendo en cuenta que cuando no se cuenta con personal capacitado, se deben buscar sistemas que minimicen los riesgos y sean sencillos de aplicar en el proceso productivo.

## Generalidades

### 4 - Condiciones climáticas y geográficas

De acuerdo a las clasificaciones descriptas anteriormente, se puede observar que hay forrajes conservados que ofrecen los mismos componentes a la dieta.

El fundamento de elegir cada uno de ellos radica en que, de acuerdo a las características climáticas en donde se los produzca, será necesario ajustar los porcentajes de humedad del momento de confección, de acuerdo a la mayor o menor facilidad de secado del forraje según las condiciones reinantes en cada zona.

### 5 - Características nutricionales

Cabe destacar que si bien se tratará de acomodar el sistema de conservación elegido a las condiciones que se describen en los puntos anteriores, no se debe perder de vista que cada forraje aporta un ingrediente a la dieta y que el fin último de su confección es el de completar la alimentación de los rodeos, no solamente en cantidad sino también en calidad para hacer a las explotaciones más estables, eficientes y rentables.

Todo lo antes dicho se puede resumir diciendo que existen diversos y excelentes sistemas de conservación de forrajes, uno o más son los correctos para cada explotación, pero no existe uno que sea el correcto para todas las explotaciones y usos.

Depende de cada productor la interrelación de acuerdo a las características climáticas, geográficas, económicas y demandas nutricionales necesarias para elevar los niveles productivos.

La calidad de los forrajes conservados dependerá directamente del material original y del cuidado en los procesos de conservación; en consecuencia, todos los forrajes tendrán una calidad inferior al material original dependiendo su valor nutritivo, del cuidado puesto y la maquinaria utilizada en los procesos productivos.

**En resumen:** cualquiera sea el sistema productivo (carne o leche), el forraje conservado de calidad resulta estratégico para lograr un uso más eficiente del recurso tierra que en último caso, es una de las limitantes en los nuevos paradigmas de nuestro país (alta competitividad por la demanda y uso de la tierra).

## Henificación

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

Si bien en este capítulo se tratarán los temas concernientes a la producción del heno, se debe considerar que la mayoría de ellos, como momento de corte, secado del forraje y técnicas de rastrillado, son comunes para la producción de otro tipo de forrajes conservados, cuyo objetivo es la obtención principalmente de proteína, tal es el caso del henolaje empaquetado y/o es silaje de pasturas.

### ¿Qué es la henificación?

La henificación es un método de conservación de forraje seco, producida por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta.

Esta humedad debe estar siempre por debajo del 20% y se estabiliza alrededor del 15%, durante el almacenaje.

Si bien los procesos de producción en la confección del heno son de vital importancia, la calidad potencial del mismo estará determinadas por la pastura que le dé origen. El correcto manejo desde que se inicia la confección del heno, hasta que se lo suministra a los animales, ayuda a minimizar las pérdidas. **La calidad del forraje conservado en forma de heno nunca será superior al material que le dio origen.**

Por esta razón es imprescindible partir de una pastura de calidad, para lo cual antes de decidir el destino del forraje, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Composición de las pasturas
- Presencia de malezas en el lote
- Sanidad
- Densidad de plantas
- Estadio fenológico de las pasturas al momento del corte
- Estructura de la planta
- Elección de los lotes

### Composición de las pasturas

En el caso que la pastura esté integrada por varias especies, la calidad estará asociada a las propiedades de cada uno de sus componentes.

El primer dato a evaluar es la proporción de cada una de las especies participantes, teniendo en cuenta no sólo la cobertura (superficie), sino también la disponibilidad (volumen de pasto) que ofrece cada una de las especies integrantes de dicha pastura.

Para lograr la mayor cantidad de materia seca de alta calidad, se deben priorizar al momento de corte las especies predominantes.

Por ejemplo, si se cuenta con una pastura compuesta por un 80% de alfalfa y 20% de rye grass, se deberá cortar cuando la leguminosa esté en su momento óptimo (prefloración, como se detallará mas adelante).

## Henificación

Otro punto a tener en cuenta es el momento de inicio de confección del heno (al 20% de humedad o menos), ya que se debe “esperar” a la especie que demore más tiempo en secarse para evitar el riesgo de enmohecimiento y/o calentamiento de los rollos confeccionados.

### Malezas

Resulta de suma importancia controlar la presencia de malezas en los lotes destinados a la confección de heno, debido a que éstas disminuyen los rendimientos (kg/MS/ha) y la longevidad de las pasturas, ya que compiten por agua, luz y nutrientes, además de dificultar los diferentes laboreos y provocar una fuerte caída en la calidad del heno confeccionado, limitando los potenciales productivos y elevando los costos

Las especies de tallos gruesos y lignificados, **no permiten un eficiente acondicionado mecánico** y producen un desgaste prematuro del filo de las cuchillas con la consiguiente pérdida de calidad del corte.

Durante el secado, las malezas agregan humedad a las andanas, demoran el proceso de recolección y disminuyen la calidad del forraje debido a su escasa digestibilidad y baja palatabilidad, pudiendo en algunos casos producir toxicidad al ganado.

**Por cada kilogramo de maleza presente en un lote se pierde por lo menos un kilogramo de forraje de alta calidad y con alto potencial de producción. Es muy importante controlar las malezas en tiempo y forma.**

### Sanidad

Se debe tener en cuenta que las enfermedades y plagas afectan principalmente a la superficie foliar, disminuyendo la capacidad fotosintética de las plantas, la persistencia de las pasturas, la velocidad de rebrote y por consiguiente la calidad del heno y la productividad por Ha.

La importancia de cuidar las hojas, radica en que en ellas se encuentra entre el **60% y el 70% de los nutrientes** y que es la parte de la planta de mayor digestibilidad.

Cuando se produce caída de hojas durante el proceso, el valor nutritivo del forraje disminuye en un porcentaje mucho más elevado que el de la pérdida de materia seca, por el aumento en el porcentaje de fibra lo cual disminuye no sólo la digestibilidad del forraje sino también el consumo del mismo.

**Para henos de buena y mala calidad, el costo de confección es el mismo, por lo tanto siempre resultará más económico lograr un kilo de materia seca digestible a partir de forrajes de alta calidad.**

### Densidad de plantas

El lote que se destine a corte debe presentar un excelente stand de plantas, para elevar la capacidad de trabajo y facilitar la amortización de los equipos, debido a la elevada cantidad de materia seca de alta calidad en forma de heno que se obtendrá por ha. Se debe tener en cuenta que, cuanto más exigida trabaje la maquinaria, mejor será su productividad y mayor su eficiencia en consumo de combustible (kg/MS/litro gasoil).

Existen otros aspectos relacionados a la elección de las pasturas y/o lotes que se tratarán mas adelante.

## Henificación

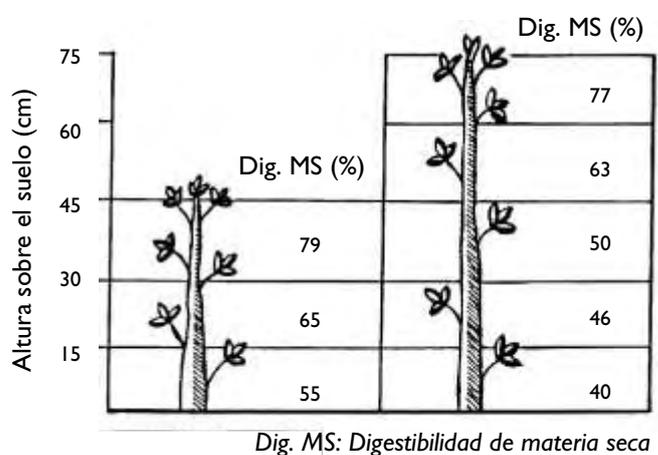
### Estadio fenológico de la pastura

El estadio fenológico es cada una de las etapas por las que atraviesa la planta a lo largo de su vida.

El momento óptimo de corte y confección de rollos depende exclusivamente de cada cultivo y no es común a todas las especies.

Por lo tanto si se pretende lograr **mayor calidad de heno**, se debe cosechar el pasto en un **estadio fenológico anticipado**, mientras que si el objetivo es obtener **cantidad**, el corte podrá realizarse en un **estado de madurez más avanzado**.

En la medida que avanza el tiempo de supervivencia de la pastura en el lote y pasada la floración, aumenta el porcentaje de tallos, con la consiguiente disminución de la digestibilidad y baja el porcentaje de hojas, con la caída de nutrientes y nivel proteico de los forrajes producidos con ese material (Figura 4.1)



**Figura 4.1.** Digestibilidad de la materia seca de diferentes fracciones de los tallos de alfalfa inmadura y madura

En la figura 4.1 se observan las diferencias de calidad de las distintas porciones de la planta. Los momentos de corte específicos para cada pastura serán detallados más adelante.

### Estructura de la planta

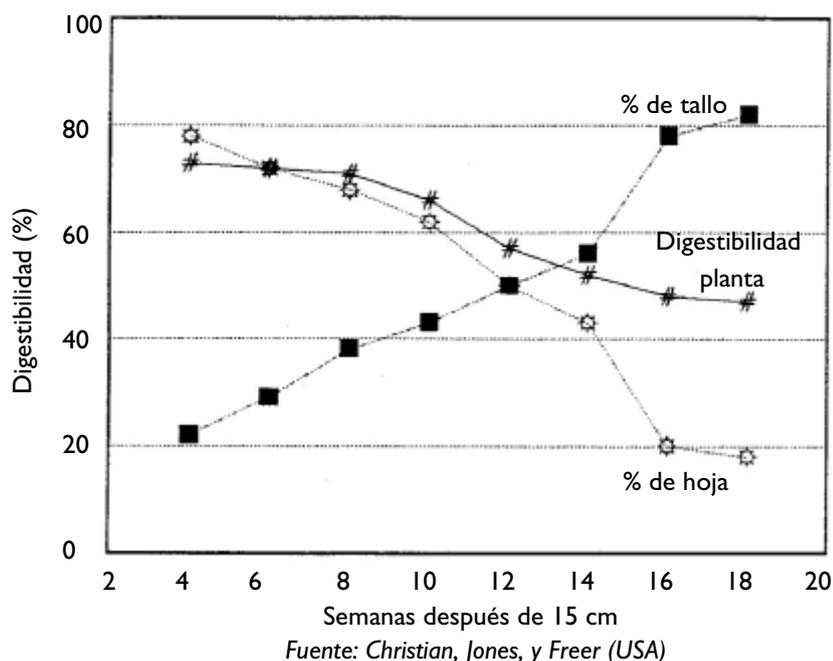
Es sabido que la planta está constituida básicamente por tallos y hojas y a medida que avanza en su madurez, aumenta la proporción de tallos y disminuye la de hojas en detrimento de la digestibilidad, del consumo y por consiguiente del valor nutritivo del forraje.

Por tal motivo se destaca el papel fundamental de las hojas, ya que son la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química a lo largo del tiempo.

Para evaluar con qué intensidad la relación hoja/tallo modifica la calidad, se deben recordar dos principios básicos, que determinan las causas por las que conviene conservar las hojas y no los tallos:

- La calidad de las hojas es mayor que la de los tallos.
- Las hojas mantienen la calidad por más tiempo que los tallos (Figura 4.2).
- El heno se debe entender como un suplemento proteico, y la proteína se halla en gran medida en las hojas.

## Henificación



**Figura 4.2.** Relaciones entre digestibilidad de la planta entera de alfalfa y la relación hoja/tallo.

### Elección de los lotes

Todos los conceptos que se vienen manejando deberían poder conjugarse en este último punto que es el que ayuda a tomar la decisión de cuáles serán los lotes destinados a conservación.

Teniendo en cuenta los lotes disponibles, es lógico pensar que se destinen a conservar, los lotes que se encuentran en su momento óptimo de corte, los que tienen un alto stand de plantas posibilitando mejorar el rendimiento y amortización de las maquinarias, que tengan un suelo bien preparado que faciliten el tránsito y bajen el riesgo de daños a los equipos y de ser posible que no hayan sido pastoreados.

Ese último punto tiene varias justificaciones que se detallarán a continuación.

Como primera medida es necesario hacer un correcto balance forrajero, para determinar cuáles serán los lotes que se destinen a pastoreo directo, sin tener épocas de escasez de forraje que vayan en contra de la alta productividad y estabilidad que demanda el sector.

Pensando en la importancia de una correcta implantación de pasturas es más aconsejable de realizarla en otoño; en la primavera siguiente no sería bueno pastorearla por falta de desarrollo de su sistema radicular, corriendo el riesgo de un alto porcentaje de arrancado de plantas, además de modificar mucho las condiciones de piso, por pisoteo en días de lluvia, lo que puede afectar el posterior desempeño de la maquinaria y la productividad de la pastura.

Siempre se aconseja destinar, a la confección de forrajes conservados, los lotes recién implantados, con piso aún no estabilizado y que tienen un alto stand de plantas que mejoren las condiciones de trabajo de la maquinaria.

### Corte

El corte es la primer labor mecánica a realizar antes de la confección de los forrajes conservados

## Henificación

y existe un conjunto de medidas que deben considerarse, ya que a partir de ese momento, la pérdida de calidad del forraje es inevitable y debe ser disminuida a su mínima expresión para asegurar el éxito en la obtención de calidad en el heno confeccionado.

Los puntos a tener en cuenta son:

- Momento de corte.
- Altura de corte.
- Ancho de corte.
- Prevención del repicado del forraje.
- Horario de corte.
- Cantidad de forraje a cortar.
- Calidad de corte.
- Sistemas de corte.

### Momento de corte

Como se dijo anteriormente, a medida que la planta madura hacia estadios fenológicos más avanzados crece la proporción de tallos y disminuye la de las hojas. Por ello se debe cortar el cultivo en un estadio fenológico que nos permita obtener una cantidad importante de materia seca, con alto valor nutritivo.

Se debe destacar que sólo en algunas especies como la avena es conveniente retrasar el momento de corte, por la gran cantidad de energía que ofrece a través del grano (almidón de rápida asimilación a nivel ruminal), sumando digestibilidad a la masa total de forraje producido.

Pero esta especie representa una excepción y es por ello que se debe tener especial cuidado en no retrasar el momento de corte de las especies que se destinen a forraje, conservado como suplemento proteico de la dieta.

Uno de los efectos más marcados en el retraso del momento de corte es el incremento del porcentaje de fibra de los forrajes, con la disminución del consumo de la materia seca (MS) y de la digestibilidad del forraje consumido, con la consiguiente pérdida de productividad, ya que el resultado final de este efecto será la falta de amortización de los sistemas de conservación de forrajes, pero no por lo costoso de ellos sino por ineficiencia en la toma de decisiones al momento de cortar el forraje que será la materia prima para producir dichos forrajes.

Un caso típico de esto lo presentan las producciones en zonas tropicales, en donde la explosión de producción de forraje, de las pasturas que se desarrollan en dichas zonas es muy alta y a veces difícil de controlar con el corte.

Es por ello que resulta fundamental tener un esquema definido de cuáles serán los lotes que se destinarán a corte, para evitar pérdidas productivas por falta de correcto planeamiento.

Dados los valores que ha tomado la tierra en los últimos años, es fundamental poder transferir calidad de forraje en el tiempo para que los establecimientos tengan potenciales de producción similares en diferentes épocas del año (ya sean de escasez o abundancia de pasturas) a los fines de amortizar el recurso más caro y escaso que es la tierra.

## Henificación

Por ello hay que tener muy en claro que la transferencia de digestibilidad y potencial de consumo (que se traducen en calidad de forraje y productividad), comienza con una correcta elección del momento óptimo de corte, el cual en la mayoría de los casos debe hacerse en prefloración.

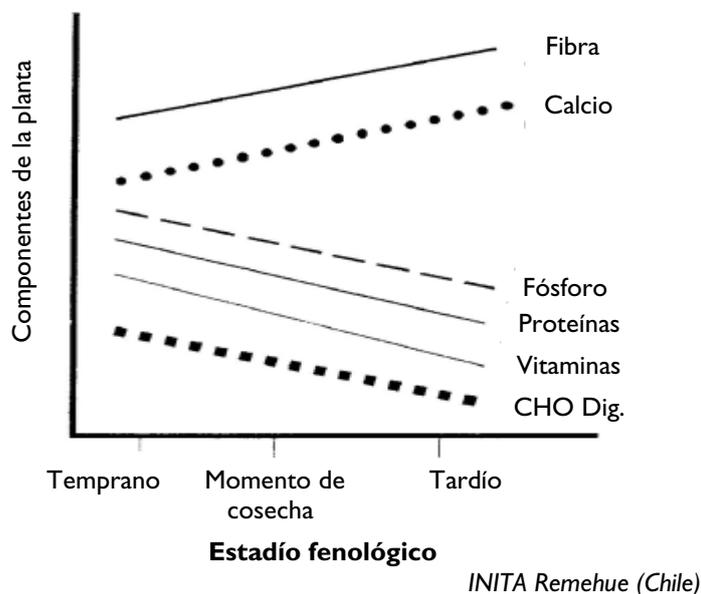


Figura 4.3. Evolución de los componentes de la planta

Para ejemplificar las pérdidas en que se incurre, cuando no se manejan adecuadamente los momentos de corte, es importante poder cuantificar en primera medida la calidad del heno y su influencia en la respuesta animal, en un hipotético caso en que el heno se utilice como único alimento en una dieta.

En este caso, el retraso en la decisión de cortar el forraje, va a afectar la capacidad de ser consumido del forraje y la respuesta animal.

Teniendo en cuenta que, el consumo del forraje se calcula como 120/% de fibra detergente neutro (FDN) contenido en el forraje, se expresa a continuación la figura 4.4, que ejemplifica el impacto que tiene ésto, sobre el consumo del forraje por parte de los animales.

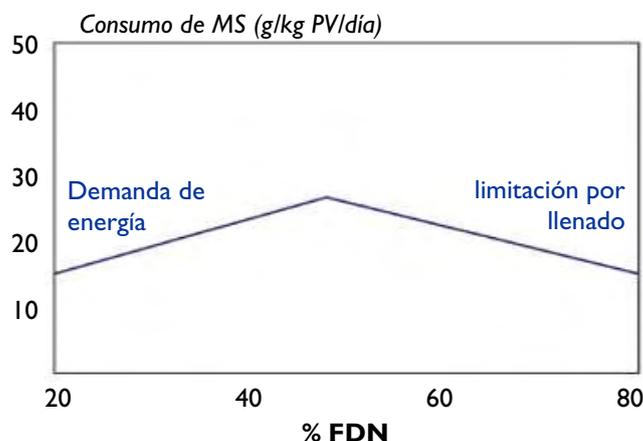


Figura 4.4. Variación del consumo según % de FDN del alimento.

## Henificación

Tomando un animal de 400 kg de peso y un consumo teórico de hasta 3% del peso vivo, se puede inferir que, si este bovino come un forraje que se cortó en un estadio de madurez temprano (40% de FDN) puede tener un consumo potencial de hasta 12 kg de MS, mientras que si el forraje suministrado se corta en un estadio de madurez avanzado (60% de FDN), se va a ver limitado el consumo de materia seca, con una ingesta de hasta 8 kg máximo teórica para un ganado del mismo peso vivo (400 kg).

Evidentemente la limitación de la ingesta de MS, causará una reducción en producción de ese rodeo.

Otro de los puntos a considerar es el potencial de producción del heno, de acuerdo a la energía estimada a partir del contenido de fibra (FDA).

Cuando se realizan análisis de calidad, la energía por lo general se encuentra estimada a partir de la digestibilidad como:

$$\text{Concentración energética} = 3,6 \times \% \text{ digestibilidad}$$

Teniendo en cuenta que el porcentaje de digestibilidad estimada, depende directamente del porcentaje de FDA:

$$\% \text{ Dig} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ FDA})$$

De este modo se concluye que cuando se demora el momento de corte de las pasturas que serán destinadas a la conservación de forrajes, se estará modificando (disminuyendo), directamente el consumo de materia seca y el potencial de producción de dicho recurso forrajero, con el consiguiente aumento de los costos de producción y/o disminución de los márgenes de rentabilidad de la empresa ganadera.

A modo de ejemplo y para tomar real dimensión del impacto económico, se puede citar que en una producción anual de 1000 rollos de 600 kg (600.000 kg de MS), si se demora el momento de corte de prefloración a plena floración, se puede llegar a perder en potencial de producción el equivalente a la energía necesaria para producir hasta 15 novillos gordos de 400 kg.

### Momento de corte de las principales especies forrajeras

Antes de entrar en forma directa sobre las diferentes especies que se destinarán a la conservación de forrajes, trataremos en forma general el tema diciendo que en líneas generales, el mejor momento para realizar el corte, es antes que las pasturas entren en su fase reproductiva, para que no se trastoquen los nutrientes a los granos, de modo que estén disponibles para la alimentación del ganado.

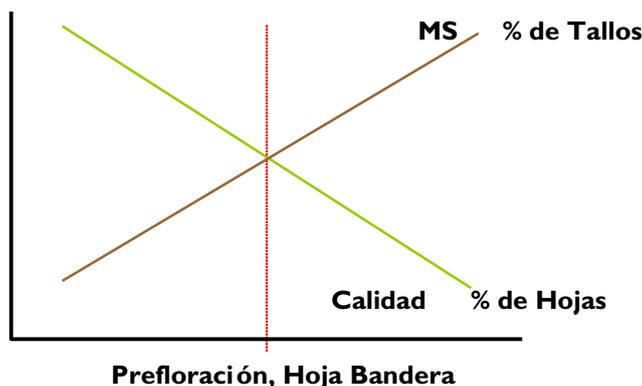
Por lo general las especies forrajeras cuentan con una relación grano planta muy baja y es por ello que los granos no aportan mayor cantidad de nutrientes, con la conveniencia que no haya granos en los henos producidos.

Esta situación es mas común de encontrar cuando se trata de alfalfa u otras leguminosas, pero por lo general en la Argentina, se observa que la mayoría de las gramíneas, son cortadas en estadios muy avanzados, con la consiguiente pérdida de calidad, sin un aumento considerable de la cantidad de forraje producido, tal es el caso de la moha, el rye grass o el gatton panic, para citar ejemplos de diferentes zonas de producción.

## Henificación

Es importante mostrar un esquema de variación de la calidad y la proporción de las partes integrantes de la planta a medida que avanza en su estadio fenológico.

Si bien el mismo no es exacto sirve para graficar los conceptos antes mencionados y particularmente comunes a la mayoría de las especies utilizadas para la producción de forrajes conservados (Figura 4.5).



**Figura 4.5.** Cuando se cruzan las curvas de cantidad y calidad de forraje, es el momento óptimo para realizar el corte en la mayoría de las especies.

Siguiendo con los conceptos prácticos se destaca la importancia de comenzar la operación de corte en el momento adecuado, y que toda la logística que acompaña al corte debe estar ajustada, para que la calidad del forraje cosechado sea la correcta.

Por logística de corte se debe entender la presencia de la máquina cortadora, provisión de repuestos, cuchillas afiladas etc.

Aunque parezca obvio, estos son los puntos que en su gran mayoría demoran el corte de las pasturas en detrimento de la calidad del forraje producido, sumado a la falta de revisión de los lotes para determinar su correcto momento de corte y un esquema adecuado de rotación de los lotes, en donde encaje la producción de heno, para poder aprovechar el forraje disponible en el momento adecuado

A continuación se tratarán en forma particular algunas de las especies más comunes en la producción de heno.

### Alfalfa Pura

Para compatibilizar calidad y cantidad de alfalfa, se debe cortar cuando el cultivo presenta un 10 % de floración y como regla práctica conviene comenzar a cortar cuando se observa la primera flor en el cultivo ya que esto representa el estadio de entre prefloración y 10 % de floración.

Si se corta antes de este estadio (10 % de floración), se producirá un envejecimiento prematuro de la pastura, mientras que si el corte se realiza en plena floración se cosechará la mayor cantidad de materia seca pero de la menor digestibilidad, por lo que se afectará el consumo y por consiguiente el valor nutritivo del forraje (Figura 4.6).

En la Figura 4.6 se puede observar que cuando el cultivo está en el 10 % de floración existe una buena cantidad de materia seca con elevado valor nutritivo.

## Henificación

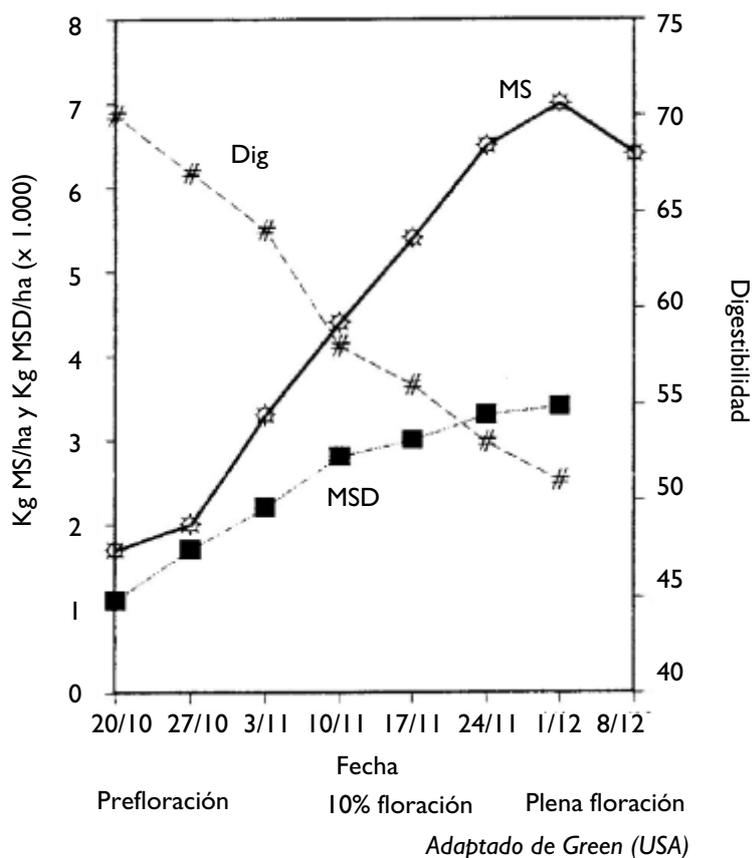


Figura 4.6. Momento de corte de la alfalfa.



Figura 4.7. Lote de alfalfa en donde se observan sólo las primeras flores.

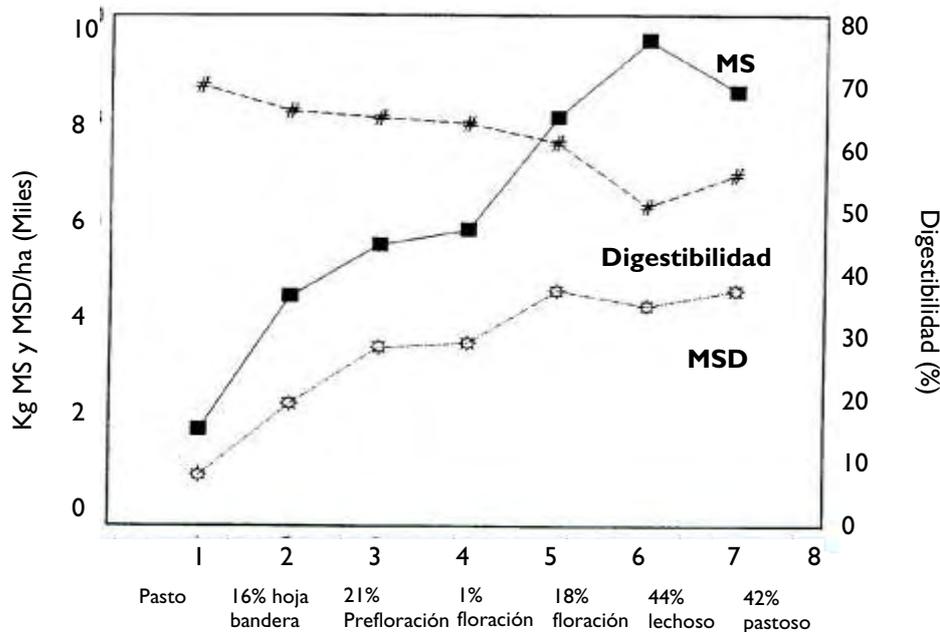
### Avena

Para la confección de heno de avena se recomienda efectuar el corte en el estadio de grano lechoso a levemente pastoso, donde se obtiene un considerable volumen de materia seca, ya que este cultivo mantiene la palatabilidad aún en madurez avanzada mejorando el valor nutritivo por la presencia del grano.

## Henificación

Es de destacar que este grano posee una gran digestibilidad a nivel ruminal y que además representa una proporción interesante en toda la MS de la planta, por lo que se podría decir que es la especie que determina la excepción a la regla de cortar antes de la etapa reproductiva.

Se debe tener especial cuidado de no atrasar demasiado el corte para evitar el riesgo de caída de los granos debido a un excesivo secado (Figura 4.8).



**Figura 4.8.** Evolución de la materia seca, materia seca digestible y digestibilidad de la avena.

### Pasturas polifíticas en base a alfalfa

El criterio a seguir en las asociaciones es el de favorecer el uso y los requerimientos del cultivo base o dominante. Cuando la base es la alfalfa, ésta determinará el momento óptimo de corte siempre y cuando sea la especie que ofrezca la mayor cantidad de materia seca dentro del lote a henificar.

Por otro lado, cuando se decida la confección del heno, se debe tener en cuenta el porcentaje de humedad de la especie que demore más tiempo en secarse, ya que de otra forma una vez confeccionado el rollo o fardo, éste sufrirá calentamiento y/o enmohecimiento por un exceso de humedad con la consiguiente pérdida de calidad.

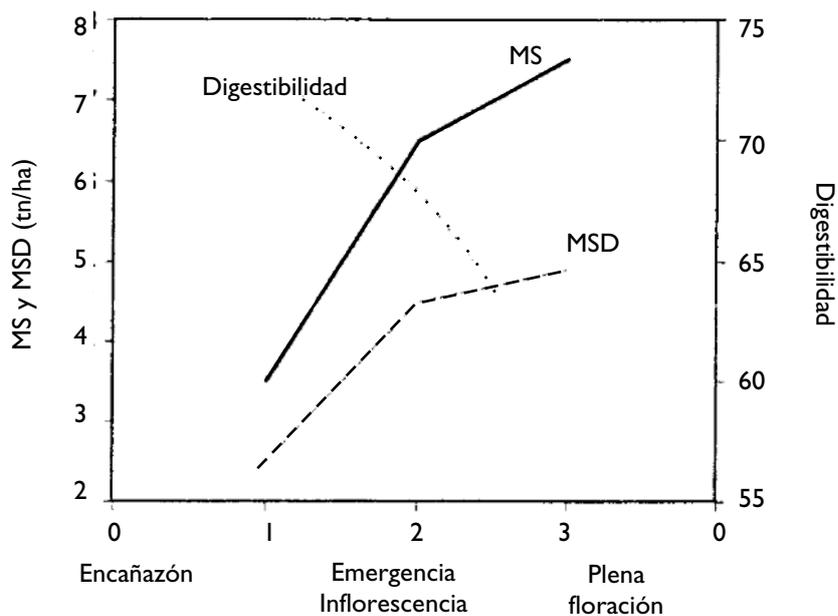
### Moha de Hungría, Miho y Rye grass tama

La prefloración es el momento de corte ideal para obtener la máxima cantidad de materia seca con alto valor nutritivo.

En el caso de efectuar el corte en forma anticipada, se obtiene mayor calidad pero menor cantidad de forraje y si por el contrario, se lo realiza cuando está semillada, dará como resultado mayor cantidad pero de menor calidad (Figura 4.9).

Contrariamente a lo que se piensa, no es aconsejable henificar moha semillada, ya que además de perder calidad, no se aprovechará la energía de las semillas, debido a que éstas se caen del rollo o bien terminan pudriéndose dentro de él.

## Henificación



**Figura 4.9.** Materia seca, materia seca digerible y digestibilidad del Rye grass tama.

En estas especies, que presentan tallos succulentos, se debe considerar el adelantamiento del momento de corte a prefloración, como una buena herramienta para favorecer el secado, ya que en la medida que la planta se desarrolla, los tallos se engrosan retrasando aún más el tiempo de secado en el lote, con la consiguiente pérdida de valor nutritivo y riesgo de que se moje por la ocurrencia de lluvias, perdiendo calidad.

Una planta con alto porcentaje de hojas, no sólo presenta mayor valor nutritivo y potencial de producción, sino que además se seca más rápido, acelerando y facilitando todas las operaciones mecánicas (Figura 4.10).



**Figura 4.10.** Cultivo de cebada, en el momento de óptimo de corte (hoja bandera).

## Henificación

### Gatton panic

Dada la expansión de la ganadería a las zonas llamadas marginales, el gatton panic ha tomado en los últimos años una importancia fundamental, como fuente de excelente materia prima para la confección de heno.

Es de destacar que la henificación representa una excelente herramienta para controlar este tipo de pasturas, que tienen una explosión productiva en primavera verano y un rápido descenso de los parámetros nutricionales en estadios fenológicos avanzados.

Otra de las ventajas que representa el corte temprano, es el de evitar la lignificación de los tallos que además de mejorar la digestibilidad del heno producido, mejora en cierta forma la transitabilidad de los lotes de las pasturas que tienden a formar matas como las mega térmicas, tal como se ampliará en el punto que trata el corte propiamente dicho.

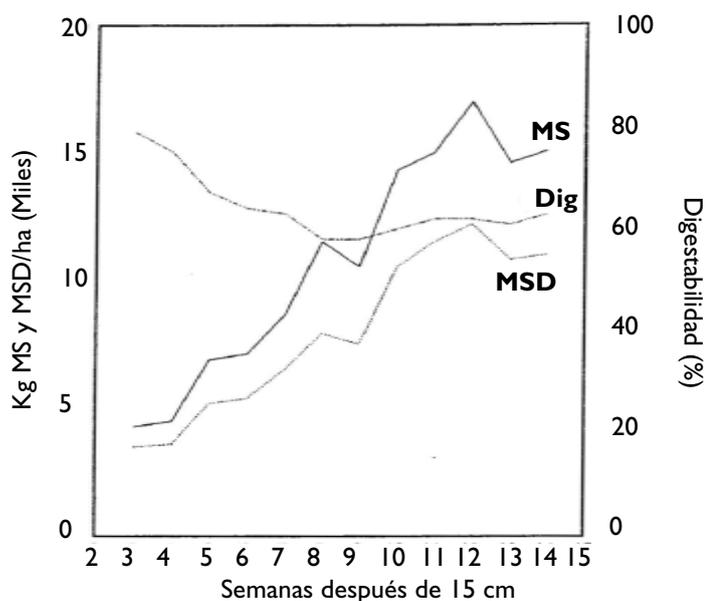
### Sorgo forrajero

Para el caso del sorgo forrajero, como todas las gramíneas, el corte es recomendado en prefloración, pero cabe hacer una salvedad con respecto a la densidad de siembra de este cultivo.

Por ser éste un cultivo de tallos suculentos, el secado es lento y dificultoso. Una buena práctica es aumentar la densidad de siembra en un 30 %, para disminuir de esta forma el diámetro de los tallos, facilitando el acondicionamiento mecánico y el oreado del forraje antes de ser confeccionado el heno.

En el siguiente gráfico se presentan las curvas de producción de materia seca, materia seca digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.

Como puede observarse en la figura, las curvas de materia seca y materia seca digestible guardan una relación directa, mientras que la digestibilidad desciende rápidamente desde que aparece la hoja bandera (3<sup>a</sup> - 4<sup>a</sup> semana), hasta que comienza el llenado de los granos (7<sup>a</sup> semana), momento en el cual aumenta la calidad levemente, pero sin alcanzar la digestibilidad de prefloración (Figura 4.11).



**Figura 4.11.** Evolución de las curvas de materia seca, materia seca digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.

## Henificación

Si bien se ofrecen en el mercado, variedades denominadas doble propósito, tal como lo muestra el gráfico anterior se destaca la importancia de realizar el corte en prefloración.

Dados los altos volúmenes ofrecidos por los sorgos forrajeros, la participación del grano que puedan aportar es realmente baja y no mejora sustancialmente la calidad del forraje, en comparación con la pérdida de calidad que sufre la parte vegetativa de la planta.

En el caso particular de los sorgos, se debe tener especial cuidado en determinar cuál será el objetivo del forraje producido.

Si se plantea el forraje como un suplemento proteico, se deben priorizar los cortes anticipados a la floración, y buscar variedades con alta digestibilidad de fibra, sin importar la producción de grano del mismo.

En el caso de trabajar con sorgos graníferos para la producción de energía para las dietas, obviamente se deberá esperar a que los granos se llenen y el forraje a producir no será heno sino silaje de planta entera, como se tratará en el capítulo correspondiente a ese tipo de conservación.

### Como cortar los cultivos destinados a forraje

Para realizar un trabajo eficiente con un mínimo de pérdidas de calidad y cantidad de forraje se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

#### Altura de corte

La altura de corte depende principalmente de las zonas agroclimáticas en las que se esté trabajando (templadas o tropicales) y de las especies que se vayan a henificar, principalmente del porte de las mismas, la estructura de las plantas y en algunas zonas de producción, del nivel de humedad que presenta el suelo al momento de realizar el corte.

Teniendo en cuenta que en los **climas tropicales y subtropicales las plantas forrajeras presentan un porte interesante** (por lo general mayor a 1,5 m), es lógico pensar que necesitan un porcentaje de fibra alto en su parte basal para poder sostenerse erecta.

En este caso si el corte se realiza muy bajo, se estará cosechando un alto porcentaje de fibra bajando la digestibilidad del heno producido.

Por otra parte en estas mismas especies que no soportan una alta presión de pastoreo (si frecuencia del mismo), agronómicamente y en miras de cosechar la mayor cantidad de forraje por año acelerando los rebrotes, es que no se debería cortar por debajo de los 20 cm.

Como último justificativo, a una mayor altura de corte se debe citar la gran producción de biomasa que ofrecen estas especies, la cual algunas veces se hace difícil de manejar con los rastrillos comunes, por lo que es mejor que se encuentren suspendidas sobre sus tallos para hacer más fácil y prolijo el rastrillado.

Cortando a una altura superior a los 20 cm se facilitará el trabajo de los rastrillos, evitando pérdida de material y contaminación del forraje con tierra. Además se alejará el material cortado del suelo, que en la época de corte tiene un alto porcentaje de humedad que es cedido al forraje demorando su secado, con la consiguiente pérdida de valor nutritivo durante el secado.

## Henificación

Cuando se corta más alto, algunas veces se teme dejar mucho material remanente, lo cual a futuro puede llegar a dificultar el tránsito en el lote, tal como ocurre cuando se realizan pastoreos directos en pasturas tropicales.

Para ello es muy aconsejable pasar un rolo renovador de pasturas, que además de airear el suelo e incorporar las semillas que se pueden haber producido, sirve para disminuir el nivel de las matas, facilitando el tránsito en los lotes.

Lo más eficiente es hacer dos pasadas en el lote, con un cruce a 30° entre ellas, para lograr la mayor eficiencia de ese laboreo (Figura 4.12).



**Figura 4.12.** Rolo renovador de pasturas doble, con el cuál sería necesario realizar solo una pasada.

**En zonas templadas o con pastos de menor porte, la altura de corte debe ser menor** para poder cosechar la mayor cantidad de materia seca, regulando la máquina entre los 5 y 10 cm, tratando de recoger la mayor cantidad de forraje y evitando de alguna manera el contacto directo del forraje con el suelo, por las condiciones antes explicadas.

En pasturas como la alfalfa, la altura de corte dependerá de la producción de materia seca total de la pastura implantada y de las condiciones de campo.

De acuerdo a estudios realizados en la Universidad de North Dakota en el año 1999, se puede observar que cuando se tienen variedades del alto rendimiento (5 - 6 cortes anuales), conviene cortar a los 10 cm recomendados normalmente, en tanto que cuando las variedades entregan su producción en solo 3 - 4 cortes, conviene realizar el mismo a una altura menor (3 cm aproximadamente).

De acuerdo a esta recomendación, en un ensayo realizado en la Universidad de West Virginia en el año 2007 se obtuvo un 30% más de Materia seca, considerando siempre que sean variedades que producen entre 3 - 4 cortes anuales y que no se hallen bajo situaciones de stress, como ataques de plagas o sequía.

Para tener en cuenta estos conceptos, se debe considerar que el corte debe ser realizado en forma limpia y prolija, ya que por lo general, el factor que más incide en la demora de rebrote y por consiguiente en la reducción de la producción de materia seca total, es la calidad y prolijidad del corte.

Es importante tener en cuenta que hoy existen variedades de alfalfa, que tienen la inserción de la corona bien baja, lo cual las hace muy aptas para ser utilizadas para corte, ya que el riesgo de daño

## Henificación

mecánico a los meristemas de crecimiento se ve disminuido y el stand total de plantas persiste a lo largo de los años de producción.

En líneas generales y resumiendo este punto, diremos que la altura de corte dependerá de la especie a cortar en primer lugar y que dentro de lo que concierne a alfalfa, dependerá de los cortes que entregue por año cada variedad además de las situaciones de campo (presencia de stress), reinantes en el momento de cortar.

### Ancho de corte

El ancho de corte va a estar determinado por dos razones principales:

- El volumen de materia seca que ofrece la especie a henificar.
- La máquina que se utilizará para la recolección o enfardado.

Si se cortan especies de alta producción de materia seca se pueden utilizar anchos de corte menores de acuerdo al incremento de este volumen, por ejemplo, entre 2,5 y 3 metros es un ancho adecuado cuando se trabaja con pasturas tropicales y/o subtropicales (Gatton Pannic, sorgos forrajeros, etc).

Por el contrario, cuando se están cortando pasturas en base a alfalfa o verdeos que tienen un menor aporte de MS/ha, se pueden incrementar los anchos de trabajo, para facilitar el rendimiento del equipo sin riesgo de demorar los tiempos de secado.

En este aspecto también cobra importancia el equipo de enfardado o rotoenfardado que día a día muestran una mejor performance, sabiendo que el volumen de MS a enfardar no es una limitante para el desempeño de la mayoría de las rotoenfardadoras que existen en el mercado.

Con estos conceptos, cabe destacar que día a día se está observando un incremento en los anchos de trabajo de las máquinas que se ofrecen en el mercado y que el mayor porcentaje de las cortadoras acondicionadoras, se está demandando de 3,5 m o más de ancho de trabajo.

En este punto también toman importancia las cortadoras autopropulsadas que tienen hasta 4,5m de ancho de labor y que contando con una rotoenfardadora de alta gama hacen un excelente equipo de trabajo, con altísimo rendimiento en cuanto a capacidad de trabajo, como la que puede demandar un contratista (Figura 4.13).



**Figura 4.13.** En la actualidad se encuentra más justificada la incorporación de máquinas de corta hilerado con acondicionador de mayor ancho de corte, por ello su demanda va en continuo crecimiento.

## Henificación

### Repicado

El repicado se produce cuando las cuchillas de corte impactan más de una vez con la planta cortada.

Esto es muy común cuando se trabaja con cortadoras tipo hélice (con deficiente copiado de irregularidades). El repicado ocurre cuando uno de los rotores impulsa material hacia la otra cuchilla que trabaja en sentido contrario ocasionando un fuerte impacto, que en primer lugar ocasiona el desprendimiento de hojas con la consiguiente pérdida de Materia Seca de altísima calidad, con el consecuente incremento del costo del heno por Kg de MSD (Materia Seca Digestible).

Otro de los efectos que se producen con el repicado o doble impacto de las plantas es el “seccionado de diferentes partes de la planta” en trozos de un tamaño inferior a 10 cm los cuales no pueden ser recogidos por el recolector de la enfardadora, con la consiguiente pérdida directa de materia seca.

Las cortadoras acondicionadoras por lo general no presentan estos inconvenientes, en tanto que la cortadora tipo hélice es habitual que ocasionen este efecto.

Una de las formas prácticas de evitar este repicado, es facilitar la salida del material de la cortadora, abriendo totalmente los deflectores posteriores, que se utilizan para hilerar el material cortado.

Al respecto cabe destacar que es preferible, realizar una pasada de rastrillo hilerando el material cortado, antes que tratar de hilerar con la cortadora incrementando la pérdida de materia seca por repicado de las plantas (Figura 4.14).



**Figura 4.14.** En la fotografía se muestra un doble efecto perjudicial. El daño de una corona de alfalfa y el repicado del forraje con pérdida directa de hojas y partido de tallos que no serán recolectados por la enfardadora. Esto es muy común en el trabajo de cortadoras tipo hélices mal reguladas.

### Horario de trabajo

**La operación de corte debe iniciarse siempre durante la mañana después que se levantó el rocío.**

## Henificación

**Con esto se está asegurando una disminución rápida del porcentaje de humedad del forraje durante el transcurso del primer día de secado** y una reducción de las pérdidas por respiración ya que una vez cortada, la planta continúa respirando consumiendo los azúcares solubles hasta alcanzar porcentajes de humedad cercanos al 50 %, momento en que la respiración se reduce.

Otros de los argumentos que justifica la realización del corte en este horario, tiene que ver con la dinámica de la pérdida de humedad por parte del forraje.

Los primeros 15 puntos de humedad (o el primer 15%), se pierde gracias a la apertura de los estomas que es causada principalmente por la luz solar.

Si el forraje está en contacto con la luz del sol, esa pérdida será más rápida.

A partir de ese punto es donde se comienza a perder humedad por medio de los tallos y en donde comienza a tomar protagonismo la acción o uso de los acondicionadores mecánicos (Figura 4.15).



**Figura 4.15.** Curva de la dinámica de pérdida de humedad del forraje.

Teniendo en cuenta que estas pérdidas están determinadas por el porcentaje de humedad del forraje y la temperatura ambiente (como se detallará más adelante), si se cortara el forraje en una noche templada o cálida, las pérdidas se incrementarían por una alta humedad del material, combinada con esta temperatura.

Cuando más rápido se llegue a un porcentaje inferior al 50% mayor será el valor nutritivo del forraje.

Este es el fundamento de porqué el tiempo de secado del forraje debe ser el menor posible, ya que se debe procurar que las células interrumpan rápidamente la respiración, para disminuir el consumo de carbohidratos.

La inclusión de los acondicionadores mecánicos trae aparejado muchas ventajas al respecto, que serán profundizadas más adelante.

### Cantidad de forraje a cortar

La cantidad de pasto a cortar debe ser similar a la cantidad de material que puede recolectar una enfardadora en una jornada de trabajo.

Debido al aumento de la capacidad de trabajo de estas últimas, en el presente se ve incrementa-

## Henificación

da la cantidad de forraje que se puede cortar en un día para poder abastecer a las enfardadoras, con una mayor capacidad de trabajo del equipo completo.

Se debe tener en cuenta que si existen riesgos de ocurrencia de lluvias siempre es mejor retrasar la operación de corte, ya que el daño que causa el agua en el forraje que se encuentra tirado en el campo, es mayor que la pérdida de calidad que ocasiona un retraso en la demora del corte del forraje en su momento óptimo.

### Calidad de corte

La calidad de corte, esta determinada por dos factores:

- La velocidad de las cuchillas.
- La calidad del filo de las cuchillas.

La velocidad de las cuchillas va a ser determinada por la potencia del tractor y el volumen del forraje a cortar.

Teniendo en cuenta en las zonas que se trabaje, la velocidad de avance esperada y la densidad del material a cortar, será el dimensionamiento del tractor necesario para el corte.

Por lo general, es conveniente tener levemente sobredimensionados los tractores para no sufrir el problema que en una época del año, con gran densidad de volumen, las cuchillas pierdan velocidad por falta de potencia en la toma de fuerza, afectando la calidad del corte y por consiguiente la velocidad del rebrote, con la merma en la producción de materia seca de la pastura.

El filo de las cuchillas es fundamental, para reducir el esfuerzo de corte, con ahorro en el consumo de potencia y combustible, además de cuidar la prolijidad en el trabajo.

Cuando se produce desgarramiento de los tallos, también existe rotura de pared celular y las plantas necesitan cicatrizar para luego comenzar a rebrotar.

La demora en el inicio de producción de materia seca, puede llegar a ocasionar la pérdida de hasta un corte al año, con las consiguientes pérdidas económicas (Figura 4.16).



**Figura 4.16.** Muestras de pasto tanzania (Izq) y Alfalfa (der) que fueron cortados con defectos en el filo de las cuchillas.

## Henificación

### Sistemas de corte

Existen básicamente dos sistemas de corte:

- Por cizalla, compuesto por cuchillas y contra cuchillas de movimiento alternativo.
- Por impacto y filo de cuchillas de movimiento rotativo.

El sistema más utilizado en nuestro país es por impacto y filo, y la eficiencia de corte en estos casos, depende de la velocidad de giro de las cuchillas y del filo de las mismas.

La velocidad debe estar entre 60 m/s y 70 m/s y con buen filo, para lograr un corte prolijo evitando el deshilachado de los tallos.

En el caso en que el filo de las cuchillas haya desaparecido por desgaste o rotura del material, se incrementará la potencia requerida al tractor y lo que es más grave, provocará el desgarrado de los tallos, favoreciendo la entrada de enfermedades y demorando el rebrote, llegando a cortar sólo por impacto y no por filo, con la consiguiente demora en el rebrote y la caída o desprendimiento de hojas.

### Sistema de corte alternativo por cizalla

Las máquinas con barra de corte de movimiento alternativo, conocidas como guadañas o segadoras, se caracterizan por realizar un corte neto de los tallos mediante cuchillas de secciones intercambiables.

Estos diseños favorecen la pronta recuperación de las pasturas ya que no producen desgarramiento de los tallos, aceleran el rebrote y disminuyen los riesgos de ingreso de enfermedades, además de evitar totalmente el repicado del material cortado y el daño a las pasturas o las cuchillas por impacto, ya que poseen un buen sistema de copiado (plataformas suspendidas por resortes, con sistemas de copiado por patines regulables).

Otra de las ventajas de este sistema es que entrega un “manto de forraje”, lo que permite el uso de los acondicionadores mecánicos (Figura 4.17).

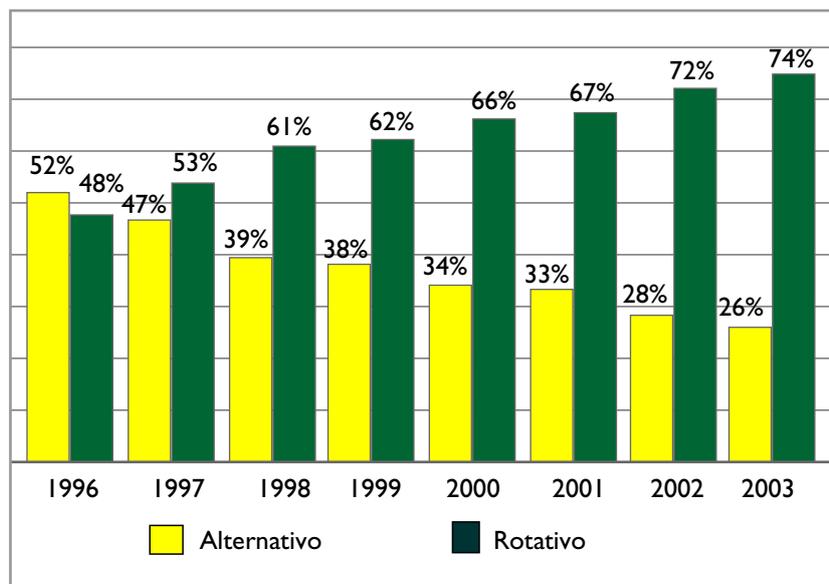


**Figura 4.17.** Máquina con sistema de corte alternativo, con reducida adopción en nuestro país.

## Henificación

Su nivel de adopción en nuestro país se vio limitado debido a su baja capacidad de trabajo, una reducida velocidad de avance y mayor frecuencia de roturas que las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo, al igual que la tendencia que existe a nivel mundial en cuanto al abandono de la adopción de este sistema de corte, que agrónomicamente se lo considera perfecto.

Hoy la ausencia de este sistema de trabajo en la Argentina se debe a su menor capacidad de trabajo respecto a las cortadoras rotativas de discos (con similar calidad de trabajo) y mayor dificultad y demora en las reparaciones (Figura 4.18).



**Figura 4.18.** En el gráfico se expresa la baja de adopción del sistema de corte alternativo, en reemplazo del sistema de discos a nivel mundial en máquinas autopropulsadas de alta capacidad de trabajo (Amarillo: cortadoras a cizalla; Verde: cortadoras rotativas).

### Sistema de corte rotativo

Las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo, poseen todas el mismo principio basado en el giro de unas cuchillas con filo y que posee un extremo libre, lo que les permite mantenerse perpendiculares al eje de rotación por fuerza centrífuga.

Estas cuchillas giran con una alta velocidad tangencial (del orden de los 60 a 70 m/seg, aproximado a 216 o 252 km/h), provocando el corte al impactar con los tallos de las plantas.

Como se dijo anteriormente, la limpieza del corte de los tallos se verá favorecido cuanto mayor sea la velocidad de giro de las cuchillas y mejor el filo de las mismas.

Existen en el mercado tres tipos de cortadoras rotativas:

- Cortadora hileradora rotativa tipo hélice.
- Cortadora hileradora tipo tambor.
- Cortadora de discos.

### Cortadora hileradora rotativa tipo hélice

En Argentina el corte e hilerado de las pasturas se realiza en un 95 % de los casos, con cortahile-

## Henificación

radoras de cuchillas rotativas tipo hélice, de dos ejes verticales y un ancho de labor variable entre 2,80 m. y 3,20 m.

El motivo del alto nivel de adopción de este tipo de máquinas, está dado por su bajo costo de fabricación y mantenimiento además de una gran robustez de funcionamiento, lo que las hace aptas para cortar pasturas enmalezadas y hasta para picar rastros.

Otro motivo de su masiva adopción es la falta de concientización por parte de los productores, sobre el trato agresivo que estos equipos realizan sobre el material cortado. Esto provoca un aumento del repicado de las plantas y daños a las pasturas por falta de uniformidad en la altura de corte y daños a los meristemas de crecimiento, perjudicando el rebrote y la longevidad de las praderas.

Dentro de este tipo de máquinas existen las accionadas por correas planas o en "V" y las accionadas por cajas de engranajes cónicos, siendo estas últimas las más aconsejadas por permitir el sincronismo de las cuchillas, efectuando el corte completo en todo su ancho de trabajo. Las de correas, al no permitir dicho sincronismo, dejan una pequeña parte del ancho de trabajo sin cortar, defecto que puede salvarse con la ayuda de un deflector central.

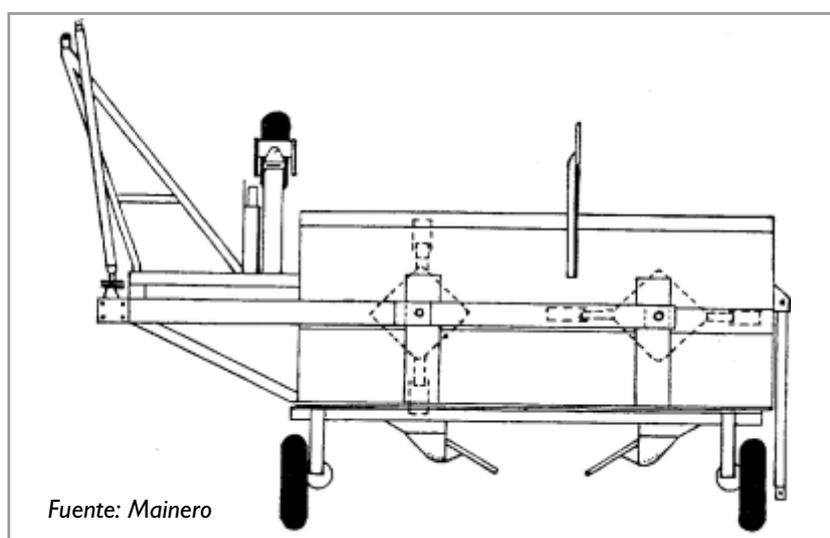
### Principales desventajas

**A. Ineficiente copiado del terreno:** lo que ocasiona una altura de corte irregular cuando se trabaja a altas velocidades de avance y en terreno desparejo, provocando daños a las pasturas y cuchillas e incorporando tierra a la andana.

Este problema se presenta por la imposibilidad de trabajar con plataforma flotante y patines de copiado en todo el ancho de corte, siendo las ruedas las que salvan las irregularidades del terreno.

La desuniformidad en la altura de corte se debe a que los puntos de copiado (ruedas) se encuentran alejadas del punto de corte (cuchillas).

Las cortahileradoras de 3 ruedas con lanza de tiro articulada (Figura 4.19), tienen mejor copiado del terreno que las que cuentan con sólo dos ruedas traseras y lanza de tiro rígida, donde la altura de corte es un promedio del apoyo obtenido de las dos ruedas de la máquina y las ruedas del tractor.



**Figura 4.19.** Vista en planta de una cortadora tipo hélice de 3 ruedas.

## Henificación

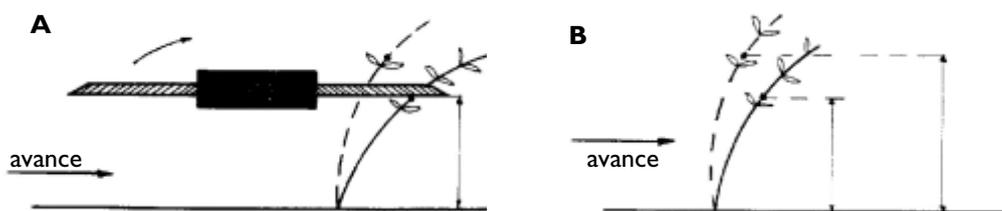
**B. Repicado del forraje:** La desventaja de estos equipos radica en el efecto de repicado del material cortado, que ocurre cuando las cuchillas toman contacto en más de una ocasión con el forraje provocando pérdida en calidad y cantidad.

El forraje repicado (trozos cortos de tallos y gran cantidad de hojas sueltas), se localiza mayormente en la parte central de las hileras.

Esto ocurre a consecuencia del diseño de los dos grandes rotores con cuchillas largas que, al girar hacia adentro y en sentido contrario, arrojan el material cortado una hacia la otra, produciéndose elevadas pérdidas de forraje de alto valor nutritivo.

**C. Recortado o trozado de los tallos:** después de cortados quedan adheridos al suelo y pueden ser nuevamente tomados en la vuelta siguiente del rotor. Esto generalmente se produce cuando la cortahileradora no tiene filo en las cuchillas (situación muy normal, por las características de las cuchillas: largas y de gran espesor, de material no muy duro para evitar roturas), la velocidad de rotación es menor a la aconsejada, cuando la velocidad de avance es excesiva o cuando el rotor corta en forma horizontal o levemente inclinado hacia atrás.

El tallo en estas condiciones, al ser tomado por las cuchillas, ofrece una resistencia al corte y se inclina en el mismo sentido de giro de la cuchilla (Figura 4.20 A).

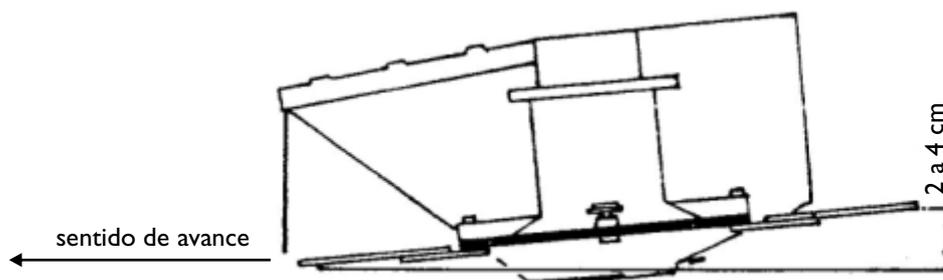


**Figura 4.20.** Corte deficiente por falta de filo en las cuchillas.

Luego, al retomar su verticalidad y en la misma pasada del rotor, nuevamente toma contacto con la cuchilla, provocando desgarro, retardando la velocidad de rebrote (Figura 4.20 B).

Esto se puede disminuir en cierta medida, trabajando con una leve inclinación del rotor hacia adelante.

En la Figura 4.21, es posible observar el ángulo de inclinación hacia adelante con que debe trabajar el rotor porta-cuchillas, destacándose que entre el extremo más bajo de una cuchilla y el extremo más elevado de la cuchilla opuesta, debe existir una diferencia de 2 a 4 cm., para evitar el doble impacto en los tallos que están adheridos al suelo.



**Figura 4.21.** Inclinación correcta del rotor. Fuente: Mainero.

## Henificación

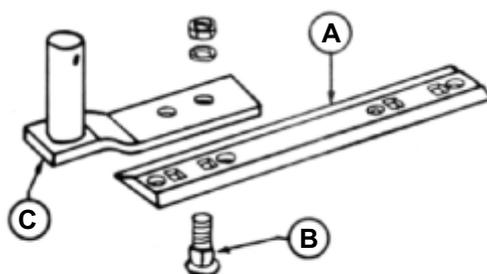
Otra de las grandes desventajas de estas hélices es que por su diseño y tipo de trabajo, impiden la incorporación de acondicionadores como consecuencia de entregar el material cortado en forma de cordones densos, mientras que los acondicionadores necesitan que se lo haga de manera uniforme en todo su ancho.

De esta forma todas las plantas reciben un tratamiento similar al pasar por los rodillos o dedos acondicionadores.

Dada la gran importancia que tiene el filo en la calidad del corte, es recomendable que el diseño de la máquina contemple el uso de cuchillas de material tratado y filo rectificado; en lo posible con cuatro filos útiles por cuchilla, ya que resulta más práctico intercambiar las cuchillas de lugar al momento de trabajo, antes que afilarlas.

Un correcto diseño puede contemplar:

- Cuchilla de cuatro filos útiles, reversibles e intercambiables.
- Bulón de fijación.
- Brazo que pivotea con el rotor de diámetro considerable.



**Figura 4.22.** Diseño del porta-cuchilla. Fuente Mainero.

Cualquiera sea el sistema de cuchillas utilizado, es aconsejable el recambio de las mismas a medida que se va perdiendo el filo, cuando se observa desgarramiento del tallo y una excesiva caída de hojas en lugar de un corte limpio.

Otra de las grandes desventajas de estas cortadoras, es que no permiten trabajar a altas velocidades y por lo general presentan muchas dificultades para hacerlo a más de 7 - 8 km/h, produciendo un alto defasaje, con la capacidad de trabajo que hoy permiten las rotoenfardadoras que se encuentran disponibles en el mercado, además de aumentar los costos de amortización del equipo completo.

### Cortahileradora a tambores o platos

Su escasa difusión se debe principalmente al mayor costo de fabricación con respecto a las de tipo hélice y las reducidas ventajas agronómicas que el usuario puede apreciar.

En estas máquinas de tambores, las cuchillas se fijan en la base de los cilindros (tambores), que toman mando desde la parte superior de los mismos impidiendo o haciendo muy ineficiente el uso de acondicionadores mecánicos, por tener que hilerar el forraje antes que sean tomados por los acondicionadores.

Estos equipos permiten un diseño con plataforma flotante, para copiar las irregularidades del terreno, y de esta forma mantener una altura de corte constante, evitando el impacto de las cuchillas

## Henificación

con el suelo, con un desgaste prematuro de las mismas y asegurar la permanencia de las pasturas productivas por más tiempo.

La plataforma consiste en grandes platos de giro libre, del mismo diámetro que los tambores, colocados por debajo de estos, que se deslizan en contacto con el suelo.

Mientras más tambores tenga una máquina para un mismo ancho de trabajo, mejor será el copiado del terreno dado que las cuchillas estarán próximas a los puntos de apoyo (Figura 4.23).



**Figura 4.23.** Cortadora de tambores con mando superior.

### **Ventajas del sistema con respecto al diseño tipo hélice**

- Menor repicado del material.
- Mayor uniformidad de la altura de corte.

### **Desventajas**

- Mayor costo de fabricación.
- Ineficacia con el uso de acondicionadores mecánicos en modelos de gran diámetro de tambor, por el inevitable hilerado del forraje que producen en el corte.

### **Cortadoras hileradoras de disco con acondicionador mecánico**

Estas máquinas cuentan con discos en cuya periferia tienen cuchillas cortas y livianas que facilitan el recambio de las mismas por su bajo costo.

Debido al reducido tamaño de las cuchillas, por más que no tengan demasiado filo, el corte siempre es mucho más eficiente y prolijo que el de una cortadora tipo hélice, mejorando la velocidad de rebrote, con el consiguiente incremento de producción de forraje de las pasturas cortadas a lo largo del año respecto a otros sistemas de corte (Figura 4.24).

Un punto a considerar en las cuchillas de corte es que ellas tienen un biselado, en el cual se encuentra el tratamiento de endurecimiento de las mismas.

Es importante recordar que ese lado endurecido debe ir siempre hacia abajo para aumentar la vida útil, el filo de las cuchillas y por consiguiente la disminución de la frecuencia de reposición de las mismas, con una reducción en el costo de mantenimiento, además de contar por más tiempo con una mayor calidad de corte (Figura 4.25).

## Henificación



**Figura 4.24.** Cortadora acondicionadora de discos con cuchillas cortas.



**Figura 4.25.** Posición correcta de las cuchillas de acuerdo al sentido de giro de las mismas.

La transmisión a los discos se realiza mediante un mando de engranajes inferior, montada sobre un conjunto de patines, dando como resultado un sistema de copiado infinito, evitando el impacto de las cuchillas en el suelo, por más que éste presente un alto grado de desniveles.

Otra de las ventajas de este sistema de corte es que al tener un mando inferior y una plataforma de corte de bajo perfil, facilita el flujo del forraje cortado, en forma pareja hacia los acondicionadores mecánicos (en el caso que cuenten con ellos), haciendo mucho más eficiente el trabajo, en beneficio de la calidad final de heno producido.

Por lo general la plataforma de corte se encuentra suspendida por resortes sobre un chasis, lo cual le permite un alto grado de flotación, alta velocidad de tránsito con mínimo daño a la unidad de corte, aún en condiciones de suelo desparejo.

La flotación del equipo debe regularse de tal manera que los patines de copiado no dejen una huella en el suelo, y que la altura de corte sea uniforme.

Si se ven altibajos en la altura de corte, es probable que a la plataforma de corte le esté sobrando flotación, en ese caso se debe reducir la tensión de los resortes que mantienen suspendida la plataforma con mayor estabilidad.

Por el contrario, en suelos sueltos o demasiado húmedos, si se ven huellas en el suelo se debe aumentar la flotación del equipo.

En suelos demasiado sueltos, es necesario corregir la flotación ya que los patines pueden llegar producir el arrancado de plantas con el daño que esto significa.

Estas máquinas deben estar provistas de patines de copiado en ambos extremos de la plataforma de corte y que sean estos los que determinen la altura de trabajo.

## Henificación



**Figura 4.26.** Resortes de flotación en los que se encuentra suspendida la plataforma de corte.

Si bien en un principio se pensaba que estos sistemas de corte se adaptaban sólo a condiciones de trabajo delicadas (lotes con varios años de laboreo), los avances en el desarrollo de las plataformas de corte les dieron mayor rusticidad, mediante un mayor número de piezas cambiables y fusibles, que evitan el daño a la transmisión ante cualquier bloqueo sufrido en los discos de corte.

Además muchas de las piezas son reversibles y presentan una capacidad de uso prolongado (dependiendo de las condiciones de campo obviamente), lo que baja en gran medida el costo de reposición, siempre y cuando los recambios sean realizados en tiempo y forma.

Estos adelantos, son lo que permitieron dar mayor seguridad al sistema y bajar los costos de reparación y mantenimiento, facilitando el corte en cualquier situación de campo, a altas velocidades de avance, bajando los costos de amortización.

Una de las recomendaciones prácticas en la que se pone especial énfasis es **NO SOLDAR** ningún elemento en los discos de corte, ya que los mismos giran a gran velocidad y aceleran el desgaste de la máquina en su totalidad, pudiendo llegar a causar daños graves tanto en su estructura, como en la caja de transmisión de la barra de corte por la vibraciones transmitidas por el desbalanceo de los mismos (Figura 4.27).

Algunas de las plataformas de corte que se ofrecen en el mercado, presentan la posibilidad de partirse en secciones individuales para mejorar su confiabilidad y hacer más sencilla y económica su reparación (Figura 4.28).

Contrariamente a lo que se pensaba anteriormente, cuando se trabaja sobre pasturas subtropicales que tienden a formar matas, el tránsito de estas máquinas es mucho más suave que el de las cortadoras tipo hélice, por su sistema de flotación con patines de copiado, además que le ofrecen un mejor tratamiento a las pasturas ya que no impactan sobre los macollos de las plantas y mejoran el rebrote.

## Henificación



**Figura 4.27.** Refuerzo soldado en un disco de corte. Esta es una práctica perjudicial para la vida útil de la máquina (desbalanceo perjudicial para la vida útil del sistema de mando).



**Figura 4.28.** Plataforma de corte de secciones independientes.

Una característica que ofrecen algunos diseños, es un huelgo entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores.

El mismo sirve de escape (como una trampa de piedra), para que cuando se trabaja en zonas de piedra o palos, si se llegara a levantar algún cuerpo extraño, el mismo caiga al suelo y no sea atrapado por los acondicionadores, los cuales podrían sufrir daños (Figura 4.29).

Otra de las razones que hacen a la mejora del rebrote, son los suplementos que se pueden poner en los patines de copiado para fijar la altura a 20 cm, la cuál es aconsejada cuando se trabaja con especies tipo C4 (Figura 4.30).

Si bien la altura de corte se regula mediante patines de copiado, también se puede regular la inclinación de la barra de corte, que determina en menor escala la altura de corte.

La misma se realiza mediante un doble espárrago que hace que la plataforma de corte esté en diferentes grados de inclinación al trabajar.

## Henificación



**Figura 4.29.** Máquina con espacio entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores.



**Figura 4.30.** Patín de copiado lateral de fácil regulación.

Si bien a los efectos del corte es aconsejable un ángulo aproximado a los  $8^\circ$ , desde el punto de vista de la maquinaria siempre conviene trabajar con inclinación  $0^\circ$ , para disminuir al máximo el desgaste de la plataforma de corte.

Del mismo modo, cuando se trabaja sobre terrenos nuevos que aún pueden tener palos o piedras, el trabajo sin inclinación es conveniente para evitar al máximo que estos sean levantados y entregados a los acondicionadores para evitar el daño de los mismos (Figura 4.31).

En la parte posterior de estas máquinas, se encuentran unas compuertas regulables que ayudan a la formación de las andanas con diferentes anchos y alturas, según las condiciones climáticas de secado.

Siempre se debe tratar que las hileras que se formen estén lo más desordenadas posible, con sus tallos hacia arriba, de modo tal que estos tengan mayor exposición al sol que las hojas, para tratar de igualar la velocidad de secado de las diferentes partes de la planta y disminuir la pérdida de material de alta calidad (como las hojas), durante la recolección.

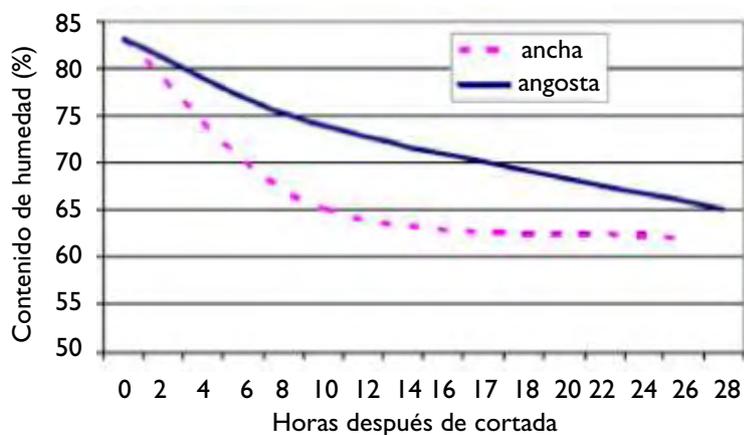
## Henificación



**Figura 4.31.** Dispositivo de doble rosca para regular la inclinación del ángulo de corte.

Una manera de lograr este efecto, es teniendo una velocidad de trabajo alta (superior a 10 km/h) y los deflectores posteriores en posición media.

En la mayoría de los cultivos con estas recomendaciones, se logra una hilera bien formada y suficientemente esponjosa como para lograr el tránsito de aire en su interior y la exposición de los tallos a la luz solar, en mayor proporción que las hojas (Figura 4.32).



**Figura 4.32.** Efecto del ancho del andana en la velocidad del secado de la alfalfa.

Es importante tener en cuenta que, en condiciones de suelo más seco, es aconsejable dejar hileras bien desparramadas para que el forraje tenga mucho contacto con la luz del sol, ya que es el factor que mayor incidencia tiene en la fase inicial del secado, en tanto que en condiciones de suelo húmedo, conviene confeccionar hileras mas altas y esponjosas para disminuir el contacto del forraje con el suelo, el cual le va a ceder humedad.

Para tomar como referencia podemos decir que cuando se habla de hileras anchas se puede considerar un 75% del ancho de corte, en tanto que cuando se habla de hileras angostas, un 30 % del ancho total de corte de la máquina utilizada (Figura 4.33).

Por último y en beneficio de este sistema de corte citamos un ensayo realizado por Mueller et al

## Henificación

(1996) en la University of Wisconsin, en donde se observó que el corte realizado con este tipo de cortadoras de discos respecto a una cortadora alternativa no demostró diferencias en producción de las pasturas ni en el stand de plantas, teniendo con las máquinas de discos mayor productividad y mayor sencillez en las reparaciones respecto a las de corte alternativo.



**Figura 4.33.** Regulación posterior de los deflectores formadores de andanas.

### **Ventajas de las cortadoras de discos con acondicionador mecánico**

- GRAN CAPACIDAD Y EXCELENTE CALIDAD DE TRABAJO
- Corte prolijo con mínimo deshilachado de los tallos por un fácil recambio de las cuchillas, favoreciendo el rebrote y la producción de forraje a lo largo del año.
- Corte del forraje con mínimo repicado (no hay pérdida de material).
- Eficiente copiado del terreno, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote.
- Eficiente trabajo del acondicionador mecánico a rodillos o dedos, por recibir el material en forma pareja y uniforme.
- Conformación de andanas uniformes y menos densas por la facilidad de regulación de los faldones traseros, mejorando el secado.
- Menor costo de reposición de las cuchillas, las que son reversibles y pequeñas y facilidad de recambio de todas sus partes.

### **Desventaja con respecto a las hélices**

- Mayor costo de adquisición.

### **Pérdidas de calidad desde el corte a la confección de heno**

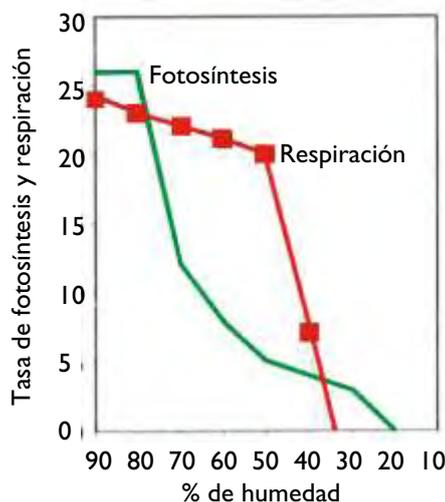
Después de realizado el corte y hasta el momento de inicio de la confección del heno, el forraje cortado continúa respirando.

Es importante acortar este tiempo de respiración debido a que se trata de un proceso de

## Henificación

oxidación, en donde se consumen los azúcares simples que luego no estarán disponibles para el animal.

Si bien la planta sigue fotosintetizando, esto no alcanza a compensar las pérdidas que causan los procesos respiratorios; por consiguiente a mayor tiempo de respiración, mayores serán las pérdidas de calidad del forraje cortado (Figura 4.34)



**Figura 4.34.** Fotosíntesis y respiración después del corte.

### Ventajas del uso de los acondicionadores

A continuación se detallan cuáles son las principales ventajas del uso de los acondicionadores mecánicos.

- Reducción del tiempo de secado del forraje.
- Secado uniforme de tallos y hojas.
- Disminución del riesgo climático.
- Facilidad de compactación del material por parte de las rotoenfardadoras.

**Reducción del tiempo de secado:** Como se dijo anteriormente, una vez cortada, la planta continúa respirando hasta que alcanza rangos del entre el 40 % y el 50 % de humedad, en donde la respiración disminuye en gran medida.

Se debe recordar que las pérdidas de MS, debido a respiración, están íntimamente relacionadas con la temperatura ambiente y la humedad del forraje.

A mayor temperatura y humedad, mayor será la tasa de respiración y por consiguiente la pérdida de nutrientes solubles y materia seca durante el tiempo que el forraje permanece cortado y hasta que alcanza su punto de conservación, que es por debajo del 20% de humedad.

Por ello es de vital importancia que el material "se seque" en el menor tiempo posible, evitando pérdidas de calidad.

En la figura 4.35 se muestran las pérdidas porcentuales de MS por hora de permanencia del forraje cortado en el campo, en relación a la temperatura ambiente y el porcentaje de humedad que conserva el forraje.

## Henificación

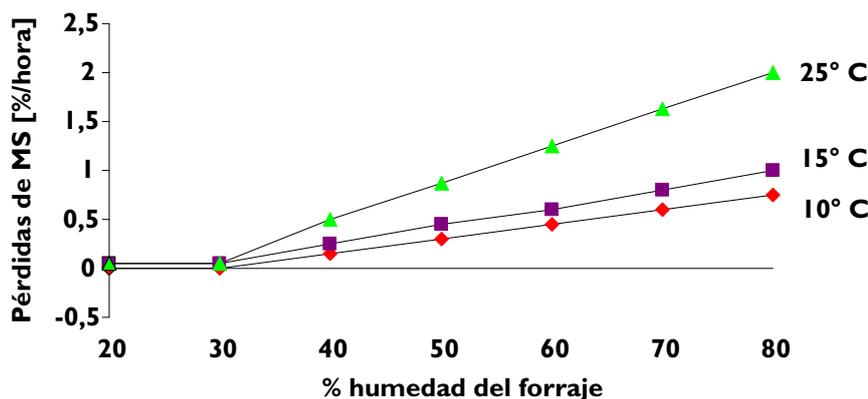


Figura 4.35. Porcentaje de pérdidas por respiración.

**Secado uniforme de tallos y hojas:** En condiciones de secado convencional, por lo general se debe esperar a que los tallos se sequen para confeccionar los rollos, ya que esta es la parte de la planta que más tiempo demora en secarse, evitando de esta forma el riesgo de deterioro del heno producido.

En este punto en que los tallos están secos, las hojas están excesivamente secas tornándose quebradizas y se terminan perdiendo al momento de confeccionar los rollos.

Los acondicionadores mecánicos actúan abriendo vías de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos y hojas, igualando sus velocidades de secado dando como producto final, henos de mejor calidad con mayor contenido de hojas.

Teniendo en cuenta que en las hojas se encuentran el 70% de nutrientes de la planta y que además tienen un contenido de fibra muy inferior a los tallos, estaría de más, explicar la importancia de conservar las hojas en la confección del heno.

Por otro lado la palatabilidad del forraje se incrementa, ya que se relativiza el daño causado por los tallos gruesos por aplastamiento y quebradura de los mismos.

Cuando no se espera el tiempo suficiente para que todos los tejidos de la planta lleguen al 20% de humedad necesario para su correcta conservación, se corre el riesgo de calentamiento de los tejidos de la planta.

Esto trae aparejado un cambio de color del forraje (virando al marrón, por la reacción de Mayllard), lo que indica elevada temperatura en algún momento de su estabilización.

Evidentemente que el calentamiento necesita una fuente de energía y esa fuente son los carbohidratos contenidos en el tejido de la planta, dando como resultado un heno, que aunque es muy palatable y con un alto contenido de hojas, tienen un bajo contenido de nutrientes solubles y un cambio de la proteína digestible a compuestos nitrogenados no proteicos.

**Disminución del riesgo climático:** Cuando se acondiciona el forraje, este se seca a una tasa superior a la normal, minimizando el riesgo de que el mismo se moje por la ocurrencia de lluvias.

El problema de que el forraje se moje después de cortado, radica en el lavado de nutrientes y las pérdidas de vitaminas y carotenos de las hojas que arrastra el agua en su paso a través de los tejidos de la planta.

## Henificación

Un factor que se debe considerar es que, si existen altas probabilidades de lluvia, siempre es preferible retrasar el corte antes que realizarlo y que el forraje se moje después de cortado.

**Facilidad de trabajo de compactación:** Por una acción mecánica sobre los tallos, estos se tornan mas maleables y es por ello que se facilita el amasado de los mismo dentro de la cámara de compactación de las rotoenfardadoras.

Este efecto se multiplica cuando se trabaja con pasturas de gran porte o pasturas subtropicales que tienden a lignificarse con mayor facilidad, dando como resultado, rollos más densos, aumentando la capacidad de trabajo del equipo, disminuyendo tiempos muertos, costos y logrando una mejor conservación durante el almacenaje de los mismos.

### Acondicionado mecánico

El acondicionado mecánico consiste en la apertura de vías de escape para el agua que se encuentra contenida dentro de los tejidos de las plantas.

Esto hace que el agua se evapore rápidamente reduciendo el tiempo de respiración del forraje, dando como resultado un forraje con mayor concentración de nutrientes y por lo tanto mayor valor nutritivo, mayor potencial de producción y menor costo relativo por kg de carne o litro de leche producido.

Una vez realizado el corte, la velocidad de secado disminuye en mayor o menor medida según las condiciones climáticas y del forraje: a mayor volumen de andana, los agentes climáticos como el sol y el aire se ven disminuidos en su capacidad de secado del forraje, incrementando el tiempo necesario de exposición para alcanzar la humedad óptima de henificación (20%).

Con la finalidad de medir el efecto del acondicionado sobre las pérdidas de humedad de la alfalfa para heno, los técnicos del Proyecto PROPEFO del INTA Rafaela, realizaron dos ensayos durante el mes de enero de 1995.

Para ello se utilizó en ambos casos una pastura de alfalfa pura cv Monarca SPINTA, la que fue cortada en el estadio de 10 % de floración, con una producción media de 2.500 kg MS/ha.

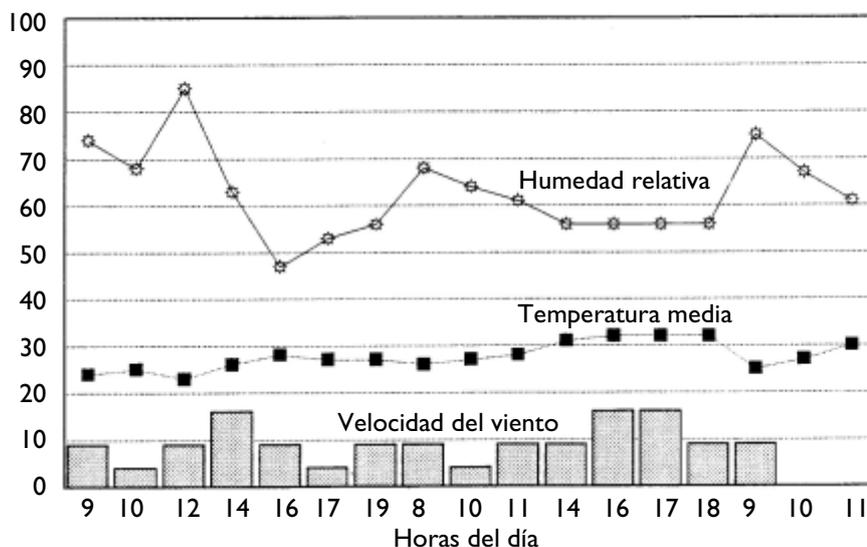
Para seguir la evolución del contenido de humedad de la andana, se tomaron muestras de diferentes lugares durante la mañana y la tarde de cada día, determinándose los valores en laboratorio, con estufa de aire forzado a 65° C.

Para el corte y acondicionado, se utilizaron 2 máquinas representativas del mercado: una cortahileradora tipo hélice de dos rotores y mando cardánico, sin acondicionador, versus una cortadora de discos con acondicionador por rodillos de caucho.

El trabajo de corte fue realizado en forma simultánea con las 2 máquinas y la velocidad de avance fue de 8 km/h con una altura de corte de 6 cm.

En las figuras 2.36 y 2.37 se puede ver la variación del contenido de humedad relativa, temperatura media y velocidad del viento presentes durante los dos ensayos.

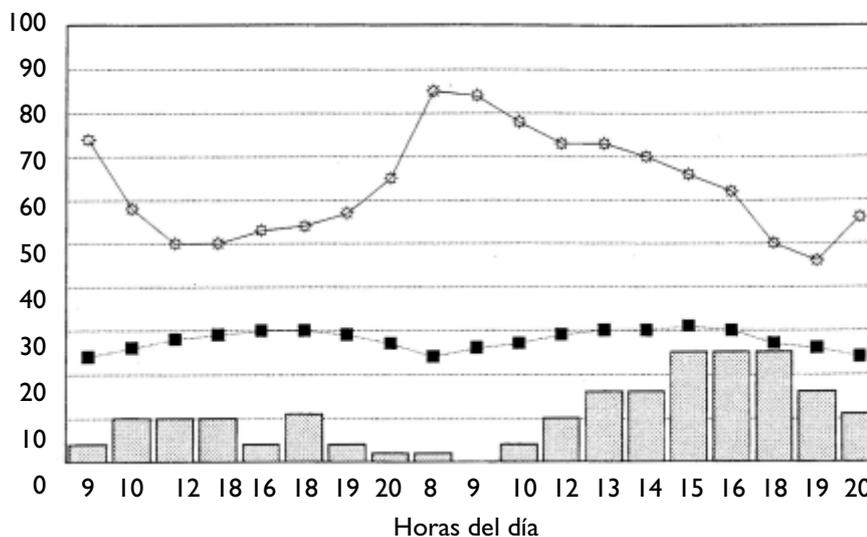
## Henificación



*Heliofanía relativa 1° día de corte: 4,2 hs (normal 13,9 hs)*  
*Humedad relativa promedio durante las primeras 8 horas del corte: 72,1%*

Romero, Giordano, Bruno - INTA PROPEFO - Rafaela 1995

**Figura 4.36.** Evolución de la temperatura media, humedad relativa y velocidad del viento - Ensayo 1.



*Heliofanía relativa 1° día de corte: 11,9 hs (normal 13,9 hs)*  
*Humedad relativa promedio durante las primeras 8 horas del corte: 52,5%*

Romero, Giordano, Bruno - INTA PROPEFO - Rafaela 1995

**Figura 4.37.** Evolución de la temperatura media, humedad relativa y velocidad del viento - Ensayo 2

En las figuras 2.38 y 2.39 se observa la variación del porcentaje de humedad de la alfalfa en cada uno de los momentos de muestreo, ajustado por regresión.

## Henificación

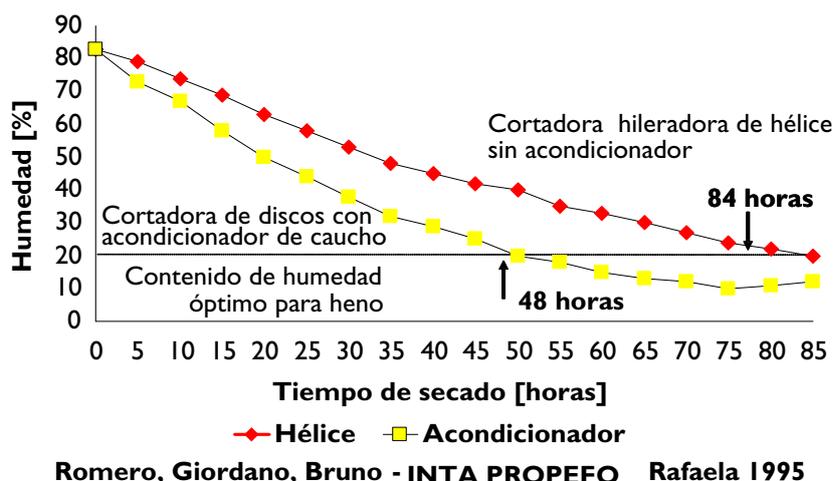


Figura 4.38. Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo 1, corte: 19/01/95

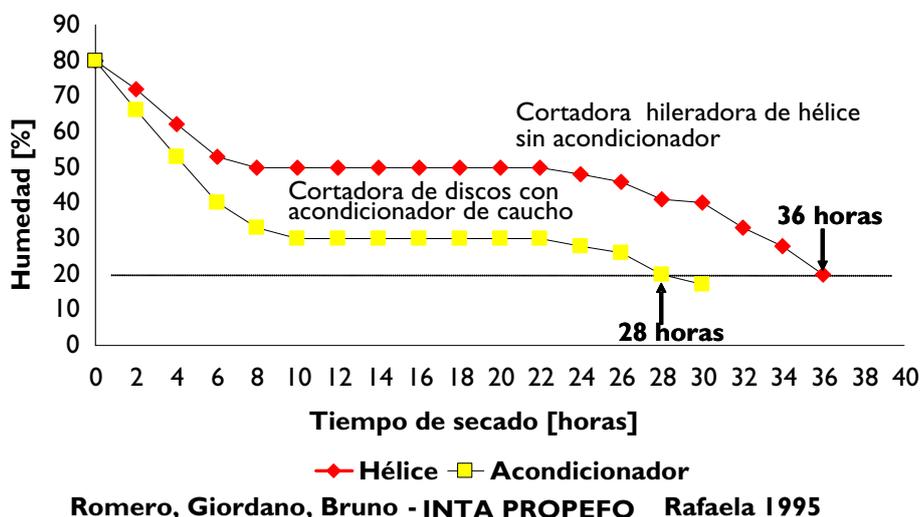


Figura 4.39. Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo 2, corte: 26/01/95

En estos dos ensayos, si bien existen diferencias en la tasa de secado de ambos tratamientos, siempre fue mayor en la alfalfa acondicionada.

Estas diferencias se debieron a las condiciones climáticas reinantes durante las primeras horas posteriores al corte en el segundo ensayo (humedad relativa menor y mayor cantidad de horas de insolación), que favorecieron la rápida pérdida de humedad de la andana.

La temperatura media diaria y la velocidad del viento fueron similares para ambos tratamientos.

En la tabla 4.1, se presenta la pérdida de humedad ocurrida durante el primer día en cada uno de los ensayos.

Tabla 4.1. Pérdida de humedad 1º día.

Máquina	Ensayo 1	Ensayo 2
Hélice sin Acondicionador	10 puntos	30 puntos
Disco con Acondicionador	15 puntos	45 puntos

## Henificación

En la tabla 4.2, se observan la cantidad de horas necesarias para alcanzar el 20 % de humedad, momento de inicio de la confección del heno.

**Tabla 4.2.** Tiempo de secado.

Máquina	Ensayo 1	Ensayo 2
Hélice sin Acondicionador	84 horas	37 horas
Discos con Acondicionador	48 horas	28 horas
Diferencia	36 horas	9 horas

Estos resultados son coincidentes con ensayos realizados en otros países, sólo que por primera vez se compara una cortahileradora tipo hélice versus una de discos, con acondicionador con rodillos de caucho, en nuestras condiciones: "pastura, clima y maquinaria".

Observando la figura 4.39, vemos que hay un punto de estabilización en la tasa de secado del forraje.

Cuando se trabaja con cortadoras acondicionadoras ese punto de estabilización se encuentra alrededor del 30% de humedad, en tanto que las cortadoras comunes, sin acondicionador, estabilizan su tasa de secado en un porcentaje de humedad que ronda el 40%.

Si volvemos sobre el gráfico de Parke Dumont et Boyce (Figura 4.35), vemos que las pérdidas con forraje al 40% de humedad y altas temperaturas pueden ser de hasta el 1% por cada día que el forraje permanece tirado en el campo, mientras que cuando se estabiliza el forraje con el 30% de humedad las pérdidas son casi nulas.

Teniendo en cuenta que ese período de estabilización del forraje, hasta que retoma la caída de humedad, puede ser entre 10 y 12 horas, diremos que un forraje cortado sin acondicionador perderá por lo menos un 12 % más de nutrientes, de altísima digestibilidad, que una forraje que se cortó y acondicionó debidamente

Ese punto de estabilización del forraje es el indicado para realizar la operación de rastrillado, como se explicará más adelante.

Los datos ponen de manifiesto el efecto positivo del uso de acondicionadores de forrajes para obtener heno de calidad, los cuales pueden trasladarse a cualquier situación de campo y tipo de pasturas, lo que justifica el uso de cortadoras acondicionadoras aún en condiciones de trabajo con pasturas megatérmicas, las cuales tomarán cada vez mayor protagonismo, dada la migración que está teniendo la ganadería principalmente de carne en muchos de los países productores de América del Sur.

En el mercado existen dos tipos de acondicionadores, los cuales se adaptan con mayor o menor eficiencia, de acuerdo al tipo, estructura y porte del forraje que se vaya a cortar.

Estos acondicionadores son los llamados:

- Acondicionadores de rodillos
- Acondicionadores de dedos o mayales

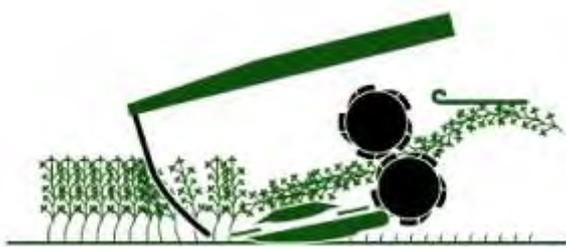
## Henificación

### Acondicionadores de rodillos

Acción sobre la planta:

Este tipo de acondicionadores produce un quebrado (no cortado) y aplastado, principalmente de los tallos, y también de las hojas (dependiendo de la regulación del mismo), mediante el cual se abre una vía de escape al agua que está contenida dentro de los tejidos de la planta.

El acondicionado se logra al hacer pasar el forraje entre los dos rodillos, que giran en sentido contrario y a una velocidad muy superior al flujo de entrada del forraje, por lo que es prácticamente imposible sufrir problemas de atascamiento aún con plantas de gran porte, como los sorgos forrajeros o pasto elefante (Figura 4.40).



**Figura 4.40.** Esquema de trabajo de un sistema de acondicionado mediante rodillos.

Estos rodillos pueden ser de caucho, metal, o mixtos (goma y metal).

Son aconsejados para trabajar con leguminosas o gramíneas de tallos suculentos, susceptibles de ser aplastados o quebrados, como la moha, el sorgo y todas las pasturas megatérmicas.

Esta recomendación de uso también tienen que ver con el porte de las plantas, ya que cuando las plantas superan una altura de 1,3 - 1,4 m estos son los acondicionadores que deberán usarse, independientemente de las características de la planta, por las causas que se expresarán más adelante (Figura 4.41).



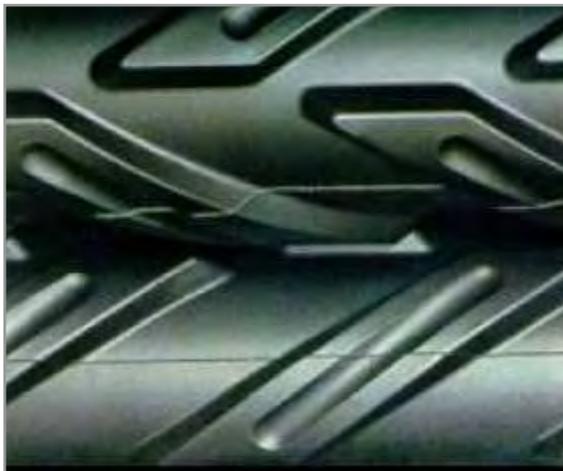
**Figura 4.41.** Rodillos acondicionadores de caucho.

La frecuencia de aplastado y quebrado de los tallos depende directamente del diseño que tienen los rodillos, siendo conveniente la elección de los que tenga la mayor cantidad de muescas en sus diseños, para que apliquen la mayor cantidad de heridas a la planta logrando una mayor cantidad de vías de escape al agua.

Esto se debe porque en la última fase del secado, se debe vencer la presión osmótica y la tendencia del forraje a retener el agua que contienen sus tejidos, siendo lo más conveniente realizar heridas lo

## Henificación

más cercanas posible (se habla de 5 cm), para acelerar la pérdida de humedad de los tallos (Figura 4.42).



**Figura 4.42.** Detalle del diseño de los tacos de un rodillo acondicionador.

La presión ejercida por los rodillos (intensidad de acondicionado), es variable y su ajuste se realiza mediante un registro que los acerca o aleja dependiendo del tipo de forraje, el volumen del material cortado y la velocidad de avance de la máquina.

Se debe tener en cuenta que la velocidad de giro de los rodillos es constante, independientemente de la velocidad de avance de la máquina, pero ésta siempre es muy superior a la necesaria aún con altísimas velocidad de trabajo, por lo que responden a cualquier condición de campo.

La velocidad tangencial de los rodillos debe ser siempre tres o cuatro veces mayor a la velocidad de avance de la máquina, con lo que se logra una succión del forraje evitando atoramiento o el repicado del mismo por caídas sobre las cuchillas.

Una ventaja adicional de este tipo de acondicionadores, es que se puede diferenciar la presión de acondicionado de los tallos y las hojas.

Mediante el acercamiento de los rodillos se va a ejercer primero un acondicionado sobre los tallos y luego si se ajusta aún mas la regulación, se acondicionarán las hojas.

La ventaja de acondicionar sólo los tallos, radica en que las hojas no se tornarán quebradizas, se iguala mucho más la velocidad de secado de ambas porciones de la planta y el heno confeccionado va a tener mayor porcentaje de hojas con las ventajas que esto significa (Figura 4.42).

También preserva la vida útil, al regular correctamente la presión de acondicionado de los rodillos acondicionadores, con una menor tasa de reparación y mantenimiento de la maquinaria y menor costo de producción del heno.

Se debe destacar que esta característica de regulación toma vital importancia en las pasturas megatérmicas, que se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales, que además de tener tallos muy carnosos y algunas veces duros, están expuestas a altas temperaturas durante el secado y allí toma vital importancia la preservación de las hojas y el secado acelerado de los tallos, dados los déficit proteicos que se sufren en esas zonas de producción.

## Henificación



**Figura 4.42.** La fotografía muestra el estado de una planta sin acondicionar y una recién acondicionada.

La velocidad tangencial de los rodillos debe ser siempre tres o cuatro veces mayor a la velocidad de avance de la máquina, con lo que se logra una succión del forraje evitando atoramiento o el repicado del mismo por caídas sobre las cuchillas.

Finalmente diremos que al mismo tiempo que se corte y acondiciona, el forraje es expulsado por la parte trasera de la máquina a una velocidad muy superior a la del avance, con lo que se logra una andana suelta y aireada acelerando el secado.

### Acondicionadora a dedos o martillos

Los acondicionadores de dedos trabajan lacerando los tallos y hojas de las plantas lo que se consigue "raspando el forraje" mediante varias filas de dedos montados sobre un rotor y el efecto de un peine, chapa o freno, que permite regular la intensidad de acondicionado, mediante una variación de su inclinación o bien modificando la velocidad de giro del rotor (Figura 4.43).



**Figura 4.43.** Esquema de trabajo de un acondicionador de dedos o impeller.

En algunos modelos, la forma de los dedos del contra-peine ha cambiado de recta a "Y" invertida, con lo que otra forma de regular la intensidad de acondicionado es poner la parte más angosta hacia abajo, si se quiere una mayor intensidad de acondicionado y la parte más ancha si se desea que el trabajo sea menos agresivo.

Estos son recomendados para el trabajo con gramíneas que posean tallos finos, como Rye Grass

## Henificación

y cebadilla y pasturas como el Kikuyo (*Brachiaria Clandestinum*), que se desarrolla en las zonas altas y templadas de latitudes tropicales o subtropicales.

Se debe tener especial cuidado de no utilizar este tipo de acondicionadores en pasturas de tallos suculentos o en pasturas que tienen un porte superior a 1,2- 1,3 m.

Esto se debe a que si los tallos son carnosos, por más que se saque la cutícula de los mismos, la velocidad de secado, no se verá sustancialmente modificada.

Cuando se lacera la superficie de tallos y hojas, siempre habrá un diferencial de velocidad en la tasa de secado de ambas porciones de la planta, lo cual no es muy conveniente.

Con respecto al porte de la planta, cuando éstas son mayores a la altura especificada (1,2 – 1,3 m), se empieza a ver un triturado del forraje, por un doble impacto de los dedos acondicionadores y se seccionan algunas partes de la planta, principalmente hojas, con la consiguiente pérdida de material de altísima calidad (Figura 4.44).



**Figura 4.44.** Se puede observar el efecto de triturado de forraje en la hilera de un corte y acondicionado (con dedos) realizado en un lote de pasto Tanzania.

Otros de los efectos que se pueden apreciar fácilmente es el alto requerimiento de potencia, cuando se utilizan estos acondicionadores en pasturas que no son las correctas para su uso.

**NOTA: Cabe destacar que si se trabaja con pasturas consociadas, en las que intervienen gramíneas y leguminosas, siempre se deben utilizar acondicionadores de rodillos debido a que éstas últimas son mucho más susceptibles a la pérdida de hojas.**

Puede ser conveniente citar que en el año 1985, en la University of Wisconsin, Koegel y colaboradores condujeron un ensayo en donde se midieron las pérdidas de un corte de alfalfa luego del rastrillado, arrojando como resultado un pérdida mayor en la pastura acondicionada con impeller. Tal como lo muestra la siguiente tabla.

**Tabla 4.3.** Pérdidas en alfalfa según tipo de acondicionador utilizado.

Sistema de corte	Acondicionado	Perdida corte+rastrillo	Recolector	Total
Discos	Rodillos	4,7%	2,05%	6,75%
Discos	Impeller	6,43%	2,38%	8,81%

## Henificación

### Resumen

En sistemas de trabajo con plantas de porte mayor a los 4 pies de alto (1,2 m) y con tallos carnosos, es aconsejable y conveniente utilizar acondicionadores de rodillos.

Aceleran más el secado de los tallos, no trituran las hojas y requieren menos potencia.

En sistemas de plantas con menores a los 4 pies (1, 2 m), se puede utilizar cualquiera de los dos sistemas de acondicionado, realizando una correcta regulación y elección del sistema de acondicionado de acuerdo al tipo de material que se esté cortando.

### Rastrillado

Si bien en algunas condiciones de trabajo, puede no ser necesario el uso de los rastrillos, en la mayoría de las condiciones de trabajo conviene su uso por diferentes causas.

Una de ellas es que cuando el forraje estabiliza su tasa de secado (30 - 40 % de humedad), en la hilera, con el rastrillo se puede volver a acelerar la misma, reduciendo el tiempo de espera y por lo tanto asegurando la calidad del trabajo.

Otra situación muy común es, que cuando se trabaja con pasturas de alto volumen y de suelo con alta humedad, el sol y el viento no alcanzan a secar todo el perfil de la hilera o andana, con lo que es imperativo el uso de los rastrillos, para dar vuelta el forraje y acelerar el secado.

Por último diremos que con la alta capacidad de trabajo, que hoy ofrecen las rotoenfardadoras, siempre es conveniente trabajar con hileras de gran densidad.

Si se realiza el rastrillado de la manera y en el momento adecuado, siempre será más rentable y el forraje tendrá mejor calidad final cuando se juntan hileras, para permitir una alta capacidad de trabajo de las rotoenfardadoras con una mínima pérdida de hojas durante la recolección y un forraje con mayor valor nutritivo y menor costo de producción por kg de MSD (kilogramo de Materia Seca Digestible).

Teniendo en cuenta que del total de pérdidas ocasionadas, en la conservación de forrajes en forma de heno, alrededor del 30% corresponde al rastrillado, se detallan a continuación los pasos a seguir para minimizar esas pérdidas en beneficio de la calidad final del forrajes y el costo de producción.

### Altura de trabajo

Debe procurarse siempre trabajar a una altura tal que no se deje forraje sin mover, para evitar la pérdida directa de material, así como nunca tocar el suelo, para evitar la contaminación del forraje con tierra o bosta y tampoco producir daños en los meristemas de crecimiento de las pasturas (Figura 4.45).

Otro punto fundamental es que, cuando las púas o dientes de rastrillo tiene constante contacto con el suelo, el desgaste de las mismas se hace más pronunciado, pudiendo en muchos casos "perder dientes" en el lote, que posteriormente va a dañar otros implementos con el incremento de los gastos de reparación y mantenimiento y pérdida de la capacidad de trabajo.

Para realizar una regulación correcta hay que "colgar" el rastrillo, es decir, levantarlo superando

## Henificación

su altura de trabajo y luego bajarlo paulatinamente hasta observar que no queda material sin "barrer".



**Figura 4.45.** En la foto se observa la marca del rastrillo en el suelo, y la ausencia de plantas en el lugar del impacto con la consiguiente pérdida de stand de plantas.

De esta manera se impide que la pastura sufra cualquier tipo de daño y que las púas del rastrillo tengan un desgaste excesivo.

Otra ventaja importante al trabajar de esta manera es que se evita recolectar broza de cortes anteriores (forraje de mala calidad), que va a deteriorar el valor nutritivo del heno producido.

Otro de los aspectos a cuidar es la flotación y nivelación de los rastrillos sobre todo cuando se trabaja con implementos de gran ancho.

Es necesario que la primera rueda o estrella del rastrillo tenga la misma altura y flotación que la última, para que el trabajo sea parejo y nunca se deje material sin recoger, ni se contamine con tierra el forraje.

### Velocidad de trabajo

Un error muy común en el rastrillado es el exceso en la velocidad de avance, lo que ocasiona pérdidas excesivas de material de calidad, defectos en la calidad de trabajo y en realidad no ofrece ningún beneficio.

Según estudios de la Michigan State University, por cada km/h que se incrementa la velocidad por encima de los 7 km/h, se pierde alrededor de un 5% más de material de alta digestibilidad como son las hojas.

Calculando la capacidad de trabajo de un equipo completo, diremos que si una cortadora acondicionadora puede trabajar a 12 -14 km/h y un rastrillo junta dos hileras, para entregarlas a una enrolladora que también puede trabajar a esa velocidad, no tiene sentido trabajar por encima de los 7 km/h, superando innecesariamente la capacidad de trabajo de los otros componentes del equipo y aumentando en forma más que considerable la pérdida de material de altísima calidad, sin contar que el desgaste del rastrillo se acentúa cuando trabaja a altas velocidades.

### Momento y horario de trabajo

El momento óptimo para realizar el rastrillado, es cuando el forraje disminuye su tasa de secado,

## Henificación

o sea cuando éste tiene una humedad de entre el 40 y el 35%, de acuerdo a lo observado en los cuadros detallados en la sección de acondicionado.

De esta manera también se va a acelerar la velocidad de secado, dando como resultado un forraje con mayor valor nutritivo.

Es siempre conveniente rastrillar a la tardecita, cuando el forraje se reviene, o a la mañana después que se levanta el rocío.

### Dirección de trabajo

Para mejorar la tarea del rastrillo y reducir su agresividad, la dirección de trabajo debe ser la misma en la que se realizó el corte.

Esto se debe a que una vez cortada la planta queda acomodada, respetando esa orientación el trato que se le da al pasto es menos violento, disminuyendo el riesgo de caída de hojas.

### Recorrido del forraje

Cuando se efectúa la labor de rastrillado, el forraje es desplazado en un sentido transversal al del avance del tractor.

Por ello debe tratarse de que la cantidad de impactos que recibe la planta hasta alcanzar su posición final, sea la menor posible para que la pérdida de material de alta calidad sea mínima.

Esto se consigue con rastrillos, cuyos diseños contemplen un recorrido corto de desplazamiento del material hasta formar la andana (los que serán descritos más adelante).

Los rastrillos también son utilizados cuando es necesario juntar hileras de escaso volumen, para hacer más eficiente el trabajo de las rotoenfardadoras y disminuir la pérdida de material de alta calidad en la recolección, como se expresó anteriormente.

Con la capacidad de trabajo que tienen las enrolladoras, las mismas pueden trabajar con hileras de 5 - 6 kg por m lineal de andana (y más también), haciendo un correcto amasado del forraje dentro de la cámara de compactación.

Para lograr rollos de una arquitectura correcta, se deberían confeccionar hileras que tengan un ancho similar a la mitad del ancho del recolector de la rotoenfardadora, de modo tal que permita maniobrar la misma cargando en forma uniforme todo el ancho de la cámara de compactación.

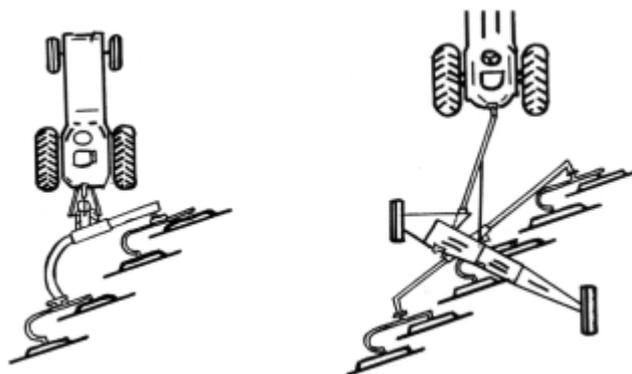
### Diseños de rastrillos

**Rastrillos de ruedas estelares:** Son rastrillos que no poseen sistemas de transmisión, ya que sus ruedas giran por el contacto con el forraje (Figura 4.46).

Son de construcción simple, rústicos y de bajo costo de mantenimiento. Para aumentar su duración, en andanas muy pesadas y con exceso de humedad, se aconseja disminuir la velocidad de trabajo y reducir el ángulo de cruce.

Estos rastrillos de ruedas estelares, tienen un ancho máximo de barrido 0,65 metros por rueda y pueden ser contruidos de arrastre o montados en tres puntos, con una disposición de las ruedas en forma lineal o en "V" (Figura 4.47), pudiendo contar con 4 o hasta 9 ruedas según el modelo.

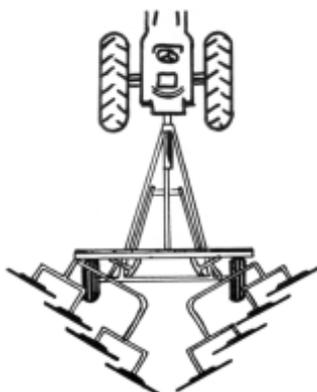
## Henificación



**Figura 4.46.** Rastrillos de ruedas estelares montados en tres puntos y de arrastre.

Cabe aclarar que el ancho máximo de barrido es teórico, ya que en esa posición carecen de capacidad de rastrillado por trabajar en un ángulo muy abierto con respecto al sentido de avance, **por lo que es aconsejable no superar los 0,50 m de barrido por rueda para que su trabajo sea suave y parejo.**

Los rastrillos estelares en "V", poseen un diseño con dos bastidores convergentes de ángulo regulable, con cuatro (mínimo) o más ruedas basculantes cada uno y cuerpos plegables para el traslado (Figura 4.47).



**Figura 4.47.** Rastrillo estelar en "V".

Presentan la ventaja de poder juntar andanas con un menor recorrido del forraje, ya que convergen hacia el centro dos hileras que pueden estar separadas hasta 4,5 m entre extremos.

También existen diseños que tienen una rueda central, para cuando se trabaja con el juntado de tres hileras, la del medio pueda ser movida igualando la velocidad de secado de todas las porciones de la andana que se forma.

Cualquiera sea la disposición de las ruedas, es conveniente que tengan articulación y estén colgadas por un resorte de carga variable.

También es importante que los brazos de sujeción de las estrellas sean de diseño arrastrado y que las regulaciones de cruce y altura de trabajo puedan realizarse por medio de acoples rápidos sin necesidad de utilizar herramientas manuales.

Los rastrillos en "V" con sistemas de estrellas montados sobre balancines, son muy aconsejados, cuando se trabaja en pasturas de gran volumen como las megatérmicas (Figura 4.48).

## Henificación



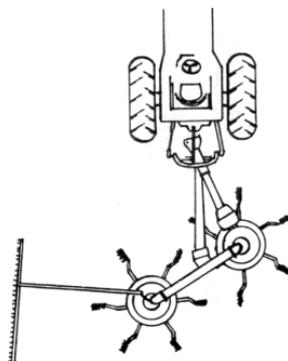
**Figura 4.48.** Rastrillo de arrastre con diseño de ruedas en “V”.

Esto se debe a que tienen un mejor copiado del terreno. Los desniveles de estas pasturas se promedian en altura con el balancín y se reducen los esfuerzos puntuales de cada una de las ruedas, mejorando el trabajo final y reduciendo el índice de roturas (Figura 4.49).



**Figura 4.49.** Rastrillo estelar (en “V”) con diseño de ruedas montadas sobre balancín.

**Rastrillos giroscópicos:** Son accionados por la toma de potencia del tractor (TDP) y poseen brazos horizontales, que giran alrededor de un eje central y tienen peines u horquillas en su extremo (Figura 4.50).



**Figura 4.50.** Rastrillo giroscópico.

El rastrillo giroscópico presenta algunas ventajas con respecto al rastrillo estelar, relacionado

## Henificación

principalmente al menor aporte de tierra a la andana, menor recorrido del forraje y un trato menos agresivo lo que permite preservar más las hojas.

Dado que estos implementos son mandados por la toma de potencia, se debe tener cuidado de reducir las revoluciones del tractor cuando se trabaja con pasturas delicadas, como la alfalfa por ejemplo, de modo tal que no se entreguen 540 vueltas sino 350 – 400 a la TDP para que el impacto de los dedos con el forraje sea menos agresivo y de esa manera se evite la caída de hojas.

Otro de los puntos a considerar, para la correcta formación de las hileras, es la distancia de la pollera o faldón que posee a un lado, para que el forraje no vuele con el impacto. Esto además permite manejar correctamente el ancho de la hilera que se pretende formar (Figura 4.51).



**Figura 4.51.** Rastrillo giroscópico con una correcta regulación en la formación de las hileras.

### **Rastrillos de barras paralelas y molinetes oblicuos**

Estos rastrillos ofrecen una opción muy interesante, por el excelente tratamiento que hacen del forraje y el corto recorrido del mismo.

Tienen un conjunto de barras con dientes púas que mueven el forraje, montadas sobre un molinete oblicuo para acortar aún más el recorrido del material y mejorar la calidad de su trabajo.

Una alternativa interesante de este tipo de rastrillos, es que en algunos casos toman el mando desde un cardán unido a la rueda (sin necesidad de usar la TDP o el sistema hidráulico del tractor), de modo tal que en la medida que se aumenta la velocidad de avance, ésta tiene sincronismo con el giro de los molinetes, ofreciendo un trabajo prolijo y delicado con el forraje (Figura 4.52).

Los últimos diseños de rastrillos de este tipo ya poseen accionamiento de giro hidrostático, lo cual otorga importantes ventajas, ya que pueden adaptar desde el tractor en movimiento la velocidad de giro, de acuerdo al tipo de material a trabajar.

### **Invertidor de andana**

Prestan excelente servicio para dar vuelta y/o unir andanas. Constan de un recolector que levanta la hilera de forraje y una noria con mando hidráulico que lo transporta hacia el lateral, haciendo un trabajo de inversión total del forraje con excelente tratamiento del mismo (Figura 4.53 y 4.54).

## Henificación



**Figura 4.52.** Rastrillo de barras paralelas y molinetes oblicuos, con accionamiento mediante cardan a la rueda del mismo.



**Figura 4.53.** Invertidor de andana en pleno trabajo. Si bien para la confección de heno puede resultar de un costo excesivo, para el trabajo con silaje de pasturas en zonas de campo con piedra, reducen mucho el riesgo de rotura de las picadoras.



**Figura 4.54.** Innovación: juntador de andana de forraje ROC de 9,5 metros de ancho. Aluminio, caucho, plástico, polímeros, hidráulico, sistema electrónico; todo un equipo de alta tecnología al servicio del forraje conservado.

## Henificación

Con el invertidor de andana se uniformiza el oreado de la parte superior e inferior de las hileras.

Una de las razones por las cuales volvieron a tomar auge este tipo de implemento, es parte de la migración sufrida por la ganadería a zonas de campos más desfavorables.

Cuando se trabaja en campos con piedra por ejemplo se minimiza el riesgo de juntar piedras con los rastrillos, evitando daños a la maquinaria que trabaja en la recolección del forraje, cualquiera sea su destino de producción (heno o silaje).

### **Confección del heno**

#### **Enrollado**

Para realizar una correcta confección de rollos y evitar problemas mecánicos, lo primero que debe tenerse en cuenta es el dimensionamiento del tractor y su compatibilidad con la enrolladora.

A pesar que esto parece una obviedad cada máquina tiene sus medidas específicas y recomendaciones básicas sobre distancias del ojo de la barra de tiro a la punta de la espiga de la TDP y alturas promedio de la barra de tiro al suelo, que también dependerán de las medidas de los neumáticos del tractor.

Un punto no menor es el ancho de trocha correcto, al cuál habrá que ajustar el tractor, para permitir las maniobras necesarias durante la carga de la rotoenfardadora, eso también dependerá de la marca de la rotoenfardadora y del ancho del cabezal de la misma.

Si bien es cierto que muchas veces no se tienen realmente en cuenta estos puntos, la observación de los mismos ayudará a un mejor desempeño de la maquinaria, aunque no tenga nada que ver con las recomendaciones agronómicas que se detallarán a continuación.

#### **Momento de inicio y final de la confección: horario de trabajo**

El momento de inicio de trabajo esta determinado por el porcentaje de humedad que contiene el forraje.

La recolección o confección de los rollos debe iniciarse cuando el forraje tiene un porcentaje de humedad del 20 % o inferior a él.

Es importante destacar que cuando se habla de porcentaje, se está detallando un nivel de humedad por encima del cual no se debe trabajar y no el promedio de varias lecturas que se puedan hacer en un lote.

Al respecto se debe tener cuidado ya que la humedad del forraje se va modificando a lo largo del día, además de variar dentro de un mismo lote, por lo cuál es importante determinar correctamente el porcentaje de humedad del forraje, para evitar el deterioro del mismo durante el almacenaje.

Los problemas más graves que acarrea el trabajo con exceso de humedad, es el calentamiento durante el almacenaje del material henificado.

Eso se puede observar por un amarronado del forraje, lo que demuestra la ocurrencia de reacción de Maillard, con la consecuente pérdida de nutrientes solubles y desnaturalización de proteínas.

## Henificación

El efecto del rocío también debe ser tenido en cuenta ya que agrega agua al forraje aunque esté por fuera de los tejidos de las plantas.

Un síntoma observado de la presencia de rocío durante la confección de los rollos, es la proliferación de hongos (polvo blanco), lo que indica también la presencia de micotoxinas en el forraje (Figura 4.55).



**Figura 4.55.** Rollo amarrado y con hongos en su interior, muestra del deterioro sufrido a causa del exceso de humedad.

En el otro extremo del problema se encuentra el excesivo secado del forraje, o el trabajo en horarios con demasiado calor o baja humedad relativa, lo cual ocasiona un alto nivel de pérdida de forraje de altísima calidad, como son por ejemplo las hojas.

Al respecto diremos que no se debería trabajar en la recolección de heno en ese momento y esperar a que el material se revenga o recupere un poco de humedad, cuando refresca a la tardecita para asegurar el máximo contenido proteico (Figura 4.56).

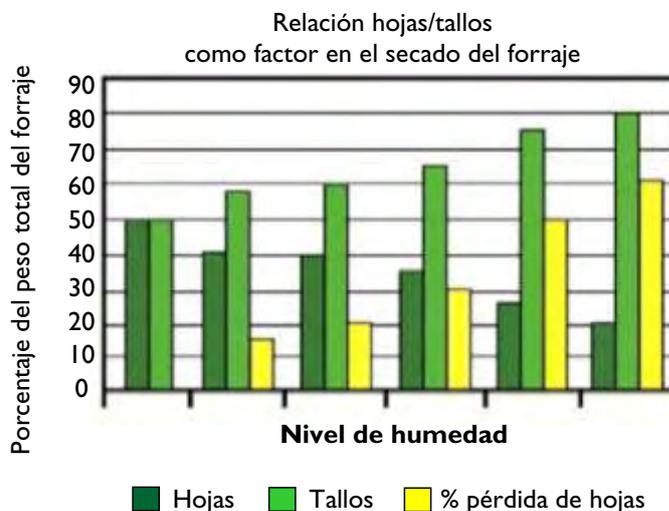


**Figura 4.56.** En la fotografía se observa la excesiva pérdida de hojas en el material que se confeccionaba a las 13 hs del día.

Uno de los grandes efectos, referente al porcentaje de humedad del material a ser henificado, es que lo que más se pierde son hojas y esto da como resultado un forraje con bajo contenido de proteína y alto valores de fibra.

## Henificación

En el gráfico que se detalla a continuación, se puede ver cómo varía la proporción de hojas y tallos en el total del peso del heno, en referencia a la pérdida de humedad (Figura 4.57).



**Figura 4.57.** Relación hoja/tallo en función del contenido de humedad del forraje.

**Resumiendo, se puede decir que la confección del heno debe iniciarse cuando el forraje contiene como máximo 20% de humedad y detener el trabajo, o bien cuando se observa rocío o cuando se ve una excesiva pérdida de material por el resecado del mismo.**

### Determinación del porcentaje de humedad de forraje

Si bien existen métodos empíricos que son muy usados, los mismos tienen poca confiabilidad, ya que muchas veces se corre el riesgo de cometer errores por exceso o defecto en el porcentaje de humedad del forraje.

Es por ello que lo más conveniente para determinar el valor de humedad preciso y con ello el inicio del trabajo, son los humidímetros electrónicos.

Estos humidímetros pueden medir el porcentaje de humedad en la hilera, antes de confeccionar los rollos o bien una vez confeccionados los rollos o fardos, para chequear que el trabajo se está realizando correctamente.

Algunos de estos aparatos también presentan la opción de medir temperatura para chequear la evolución de la misma durante el almacenaje, en el caso que se tenga dudas de las condiciones en las cuales fue confeccionado el heno.

### Sistema de medición y tipos de humidímetros

Teniendo en cuenta que los humidímetros miden principalmente conductividad eléctrica, se deben simular las condiciones de compactación dentro de un rollo, para poder determinar si se está en condiciones de henificar.

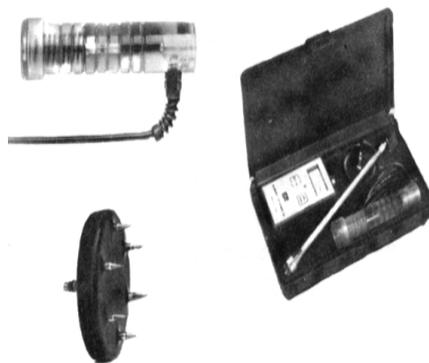
Un error muy común es medir humedad en material que no tiene buena compactación, con lo que se obtiene una lectura menor, corriendo el riesgo de calentamiento del pasto durante el almacenaje.

## Henificación

**Confección de un rollo prueba:** Si bien el método más confiable es realizar un rollo de prueba y medir en él la humedad, lo problemático es que no se puede estar haciendo un rollo para cada medición, porque se corre el riesgo de estar en un nivel de humedad incorrecto y perder ese material

**Medición directa en la andana:** Lo más aconsejable es medir el forraje que se encuentra en la andana o hilera de pasto, simulando para ello las condiciones de compactación que tendría dentro del rollo.

Con los aparatos que tienen un medidor o sensor de andando, se debe compactar el material dentro de un balde plástico (para no alterar la conductividad eléctrica) y realizar las mediciones con el sensor correspondiente (Figura 4.58).



**Figura 4.58.** Humedímetro electrónico con sensor especial para andana.

Con los medidores que no cuentan con sensor de hilera y sólo tiene un pincho como sensor, se debe retorcer una porción de material hasta alcanzar una buena compactación del mismo e introducir el pincho en esa porción apretada (para simular la compactación en un rollo o fardo) y realizar la medición en ese punto (Figura 4.59).



**Figura 4.59.** Medidor de humedad con pincho.

En todos los casos es necesario hacer varias mediciones en diferentes partes del lote, para asegurarse que se está trabajando con el porcentaje de humedad correcto.

Actualmente existen en el mercado algunos medidores de humedad, incorporados dentro de las enfardadoras y/ o rotoenfardadoras.

## Henificación

Estos son sumamente prácticos ya que van reflejando las lecturas tomadas cada tres segundos, en un monitor en la cabina del tractor, e indican las lecturas en tiempo real, para que el operador suspenda el trabajo por exceso o defecto de humedad cuando lo determine conveniente (Figura 4.60).



**Figura 4.60.** Sensor de humedad incorporado en la cámara de compactación de la rotoenfardadora.

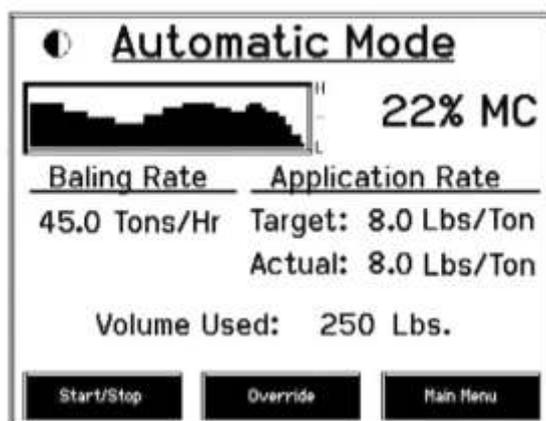
En algunos mercados, en donde la comercialización de heno de calidad está muy generalizada, se usa en algunos casos ácido fórmico a modo de inhibidor fúngico, permitiendo el trabajo con niveles de humedad que llegan hasta el 29%, logrando forrajes con un contenido proteico excelente (Figura 4.61).



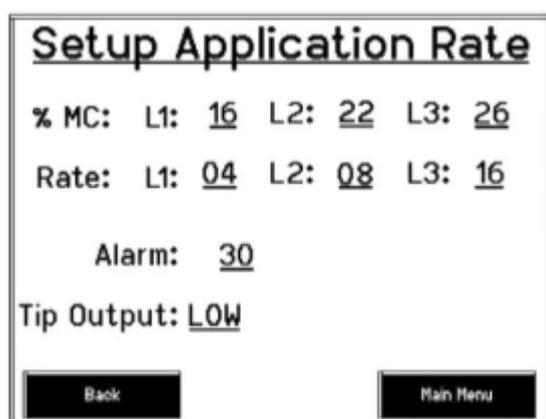
**Figura 4.61.** Equipo de aplicación de conservante.

En esos casos se suelen utilizar medidores de humedad montados en la rotoenfardadora y dosificadores automáticos de aditivo, que aplican el inhibidor fúngico en tiempo real y en la dosis justa, de acuerdo a la lectura tomada por el sensor de humedad de forraje que está en la cámara de compactación de la rotoenfardadora (Figura 4.62 y 4.63).

## Henificación



**Figura 4.62.** Diagrama de lectura del monitor de aplicación de preservante en tiempo real.



**Figura 4.63.** Diagrama de dosis aplicadas de acuerdo al porcentaje de humedad. Una alarma programable suena cuando el forraje alcanza el 30% de humedad, ya que en ese punto se corre riesgo de daño de la calidad, aún con el uso de preservantes.

### Arquitectura de la andana

Es bueno que la andana tenga forma rectangular, no de cordón, y una altura uniforme en todo su ancho, facilitando una alimentación pareja y constante de la cámara de compactación, para realizar un rollo de una arquitectura adecuada.

La densidad de pasto óptima, es la máxima permitida por la rotoenfardadora, que hoy en su mayoría procesan muy bien materiales con una densidad de 5 - 6 kg/m lineal de andana, teniendo en cuenta que las pérdidas de hojas son menores cuando más densas son las hileras.

En referencia al ancho de la andana diremos, que lo más conveniente es que la misma tenga un ancho similar a la mitad del ancho de recolector de la rotoenfardadora, para asegurar una buena alimentación de la máquina y excelente densidad de rollos, como se explicará más adelante.

### Velocidad de trabajo

La velocidad también es la máxima que permite una rotoenfardadora, siempre y cuando logre un buen amasado del forraje.

Las máquinas actuales trabajan muy bien a 12 - 13 km/h y en algunos casos cuando el tractor y el terreno lo permiten hasta 18 km/h.

## Henificación

### Alimentación de la máquina

Cuando se comienza con la confección de los rollos y para "armar el núcleo de los mismos", es necesario empezar a cargar por uno de los laterales de la máquina y luego seguir con uno o dos zigzagueos continuos, hasta que el núcleo se haya formado.

A partir de ese momento, se debe transitar por cada uno de los lados de la hilera para cargar alternativamente los laterales de la cámara de compactación, tratando siempre de que no existan grandes diferencias de carga en cada uno de dichos laterales.

Todas las máquinas que se ofrecen en el mercado cuentan con monitores de carga de compactación, los cuales tienen barras activas que van mostrando el nivel de carga a cada lateral y la necesidad de zigzagueos.

Es allí donde debe testearse la uniformidad de trabajo, tratando que las diferencias entre un lateral y otro no sea grande, para que nunca existan puntos de baja densidad dentro del rollo.

Cuando se carga demasiado pasto en el centro y poco en los laterales se formará un rollo con forma de barril, en tanto que cuando se transita excesivamente por los laterales y no se cambia adecuadamente los laterales, se corre el riesgo de formar un rollo con poca densidad en el centro del mismo.

Estos puntos flojos, por lo general sufren mas deterioro en el período de almacenaje, además de bajar la eficiencia de trabajo, por no aprovechar todo el volumen de la cámara de compactación y aumentar los costos de atado y traslado de forraje por esa falta de eficiencia (Figura 4.64).



**Figura 4.64.** Rollos con defecto en su confección. Falta de material en los laterales (Izq) y con falta de material al centro (Der).

En la figura 4.65 se puede observar cómo se debería cambiar la frecuencia del zigzagueo, haciéndose notar la forma correcta e incorrecta de conducción durante la formación del rollo.

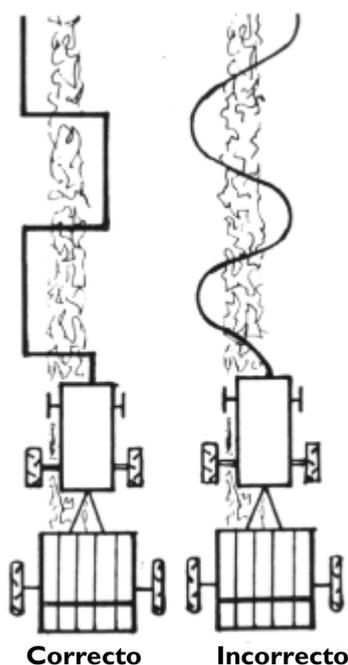
### Presión de trabajo

La presión de trabajo debe ser la máxima permitida por la máquina, resguardando siempre su desgaste con un cálculo lógico en el coeficiente de reparación y mantenimiento.

Aunque desde el punto de vista teórico suene extraño, desde el punto de vista de la práctica,

## Henificación

cabe agregar que algunas máquinas permiten trabajar a un régimen de TDP del tractor inferior a las 2.200 R.P.M.



**Figura 4.65.** Conducción adecuada para formar el rollo.

En ese caso y siempre que la máquina tenga un buen desempeño y el tractor una reserva de torque suficiente, se va a lograr un mayor grado de compactación y menor pérdida de hoja por sobre amasado del forraje.

Finalmente, es importante considerar que cuanto mayor sea la presión de compactación, menores serán los costos operativos y mejor la conservación durante el almacenaje.

### Atado

Cualquiera sea el sistema que se utilice, deben tratar de ahorrar tiempo y número de vueltas dentro de la cámara de compactación, para que las máquinas tengan buena capacidad de trabajo y una reducida pérdida de hojas en la periferia, la que se produce por la fricción entre éstas con las correas.

En el presente el 100% de las rotoenfardadoras disponibles en el mercado tienen sistema de doble aguja, para reducir los tiempos muertos y disminuir las pérdidas de hojas que se producen cada vez que éstas toman contacto con las correas (Figura 4.66).

Aunque parezca una obviedad, deben utilizarse las dos agujas para el atado. Algunas veces se cree que al utilizar el sistema de doble aguja, se está incrementando el costo por mayor utilización del hilo, cuando en realidad lo que se debe hacer es utilizar las dos agujas y acelerar la velocidad de tránsito de ellas para poder entregar la misma cantidad de hilo en menos tiempo, logrando mayor capacidad de trabajo, menor consumo de combustible y menos pérdida de hojas en la superficie del rollo.

Un detalle interesante es que algunas máquinas tienen cada aguja en el extremo y trabajan hacia el centro, reduciendo el tiempo necesario para la operación de amarre del rollo, reduciendo la pérdida de hojas en la superficie expuesta del rollo confeccionado.

## Henificación



**Figura 4.66.** Sistema de doble aguja que acelera la operación de atado y mejora la calidad del heno confeccionado.

En el tema del atado, la elección de hilo juega un papel fundamental para asegurar que no se desperdicie material (debido a las pérdidas ocasionadas por el corte del hilo), y que los rollos permanezcan bien conservados en su arquitectura, durante el período de almacenaje.

Para prevenir corte y evitar atascamientos del hilo en el tránsito, por los dispositivos de conducción que tiene la enrolladora, el mismo se debe unir con un nudo plano, para asegurar que pueda correr por los mecanismos que ajustan la tensión del hilo en el rollo (Figura 4.67).



**Figura 4.67.** Secuencia de formación del nudo plano que facilita el pasaje del hilo.

Uno de los sistemas que ayuda inmensamente, tanto a la calidad del heno confeccionado como a la productividad de la maquinaria, es el sistema de atado en red (Figura 4.68).

Esto se debe a que con sólo dos o tres vueltas de rollo, dentro de la cámara de compactación, el mismo queda perfectamente atado y “protegido”.

Esta forma de trabajo tiene tres ventajas principales.

En primer lugar la rapidez en el atado incrementa la productividad del equipo, y teniendo en cuenta que con sólo 2-3 vueltas, respecto de las 16-18 necesarias para el atado con hilo, los tiempos muertos se reducen notablemente aumentando la cantidad de rollos confeccionados en una jornada de trabajo.

Al reducir la cantidad de vueltas que da un rollo dentro de la cámara de compactación, también

## Henificación

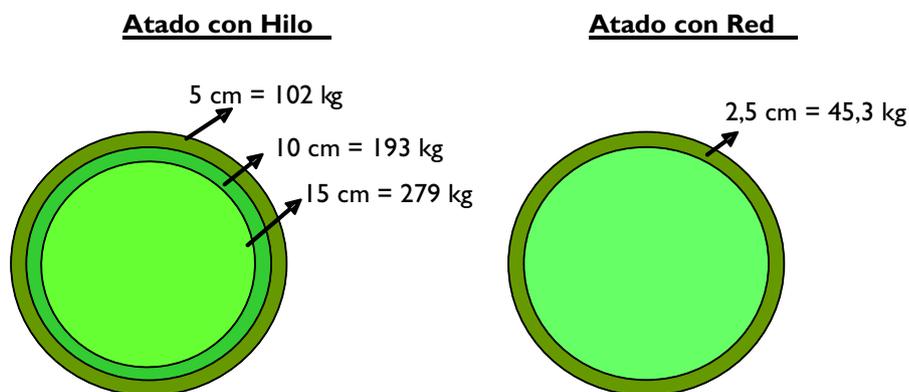
se está reduciendo la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del mismo, mejorando su calidad total.



**Figura 4.68.** Se puede observar material verde casi en la periferia del rollo, cuando se ata con red.

Finalmente cabe agregar que, con mayor cantidad de hojas en superficie y sumado a que la red ayuda a escurrir el agua de lluvia, en períodos no superiores a 6 meses de almacenaje se observó una menor penetración del agua de lluvia en los rollos que fueron atados con red, en comparación a los que se ataron con hilo, de acuerdo a estudios realizados en la University of Michigan (Rotz et al 1993).

(Rollo de heno, 1,56 m de ancho x 1,80 de Diámetro 900 kg de peso)



**Figura 4.69.** Diagrama de pérdidas en superficie, con diferentes sistemas de atado.

**Tabla 4.4.** Pérdidas totales de heno y de porcentaje de proteína según mermas sufridas en la superficie del rollo.

Capa de pérdida	Pérdida de Heno	Pérdida de proteína en gramos		
	Rollo (1,56 x 1,8)	18% Proteína	20% Proteína	22% Proteína
5 cm	101,9 kg	18,34	20,3	22,4
10 cm	193,8 kg	34,88	38,77	42,67
15 cm	279 kg	50,3	56,1	61,6

## Henificación

De acuerdo a la figura 4.69 y a la tabla 4.4, se pueden observar las pérdidas totales del heno producido y las pérdidas parciales en proteína, de acuerdo a las mermas sufridas en superficie.

### Equipamiento y diseño conveniente de las rotoenfardadoras

La rotoenfardadora es la máquina que posibilitó incrementar la cantidad de forraje conservado en forma de heno en nuestro país, principalmente debido que permite la mecanización de todo el sistema de confección almacenaje y suministro del heno.

Si bien existe un mercado necesario de fardo prismáticos de entre 25 y 30 kg, que generalmente se produce para uso más doméstico (caballos), producciones regionales (Santiago del Estero), o bien para transportar a grandes distancias por una mejor eficiencia en el uso del volumen, la mayor cantidad de heno producido se realiza en forma de rollos, que pueden variar entre 1,2 m a 1,56 m de ancho y de 1,2 m a 1,85 m de diámetro, teniendo en cuenta que en algunos casos, de ser necesario se puede realizar rollos de menor diámetro.

En la Argentina se encuentra generalizado el uso de máquinas de 1,55 m de ancho y 1,8 m de diámetro con sólo un 10% del mercado correspondiente a máquinas que tienen un ancho de cámara de 1,2 m, principalmente usadas cuando se va a transportar el heno producido, ya que con esas dimensiones se puede transportar sobre un carretón, sin exceder las medidas reglamentarias de transporte.

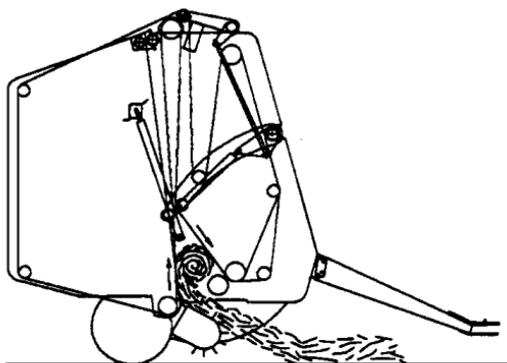
### Diferentes diseños de rotoenfardadoras

Existen a nivel mundial dos sistemas principales de rotoenfardadoras:

- De cámara variable o de núcleo compacto.
- De cámara fija o de núcleo flojo.

En este momento se encuentra generalizado el uso de las máquinas de cámara variable o de núcleo compacto, por la mayor compactación que producen, mejorando la productividad de ellas y la eficiencia en el transporte y suministro del heno.

Otra de las ventajas, además de la mayor compactación, es el menor porcentaje de pérdidas de material debido a su sistema de trabajo (Figura 4.70).



**Figura 4.70.** Diagrama de sistema trabajo de una máquina con núcleo compacto y cámara variable.

De acuerdo a los ensayos realizados por Koegel y colaboradores, ya en el año 1985 se muestra que el porcentaje de pérdidas de las máquinas de cámara fija o rodillo es mayor que las de cámara variable o correas (Tabla 4.5).

## Henificación

**Tabla 4.5.** Pérdidas de Materia Seca de acuerdo al tipo de trabajo de las rotoenfardadoras. Se expresan los porcentajes totales sobre la materia seca de heno producido.

Tipo de máquina	Porcentaje de pérdidas
Cámara Variable núcleo compacto (correas)	3,83%
Cámara fija, núcleo flojo (rodillos)	10,89

La amplia difusión que se observa de las máquinas de cámara fija, en países del continente europeo por ejemplo, se debe a que en esos países se recoge el residuo de cosecha, como fuente de fibra (aunque su calidad sea realmente pobre) y como fuente de aprovisionamiento para las plantas de biocombustibles, tal como está ocurriendo en la actualidad. También en los países fríos se utilizan los rollos de rastrojo de cosecha para cama en los Feed Lots, para que los animales soporten la nieve y el frío.

El menor precio de las máquinas de cámara fija, suele resultar tentador, pero se debe tener en cuenta que desde el punto de vista nutricional, producen un heno de menor valor nutritivo, por mayores pérdidas del forraje de alta calidad, tal lo expresado en la tabla 4.5.



**Figura 4.71.** Situación en donde puede haber ineficiencia en el consumo del heno.

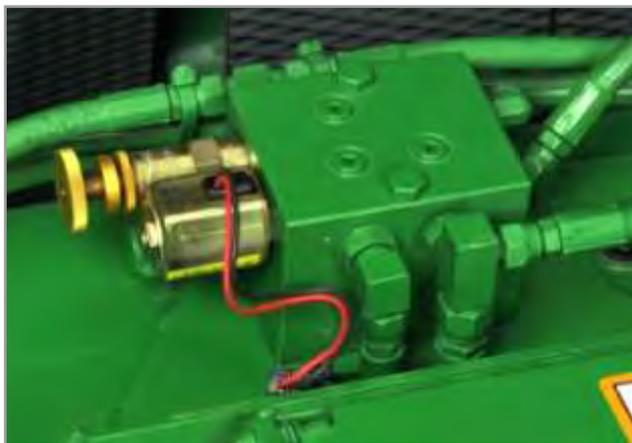
Existen condiciones de trabajo a campo, donde podría ser necesario, tener un núcleo más flojo, para mejorar las condiciones de consumo del forraje, cuando se trabaja con animales muy pequeños o con vacas viejas que tiene su dentición desgastadas y no pueden aprovechar normalmente el heno que está bien compactado (Figura 4.71).



**Figura 4.72.** Máquina con sistema de compactación mixto, de rodillos y correas.

## Henificación

Para esos casos particulares, es que algunas máquinas presentan un sistema de compactación mixto (Figura 4.72), que se comienza a realizar con rodillos y luego sigue con correas, o bien otras máquinas que poseen un dispositivo de electroválvulas para poder trabajar con correas, pero eligiendo a partir de qué momento quieren comenzar a realizar la compactación del forraje (Figura 4.73).



**Figura 4.73.** Dispositivo de electro válvula para accionar eventualmente una máquina de núcleo compacto como de cámara fija, el rollo confeccionado tiene sólo el centro flojo y el resto se halla con excelente compactación y reducidas pérdidas.

### Características destacables de las rotoenfardadoras

El mercado de las rotoenfardadoras, ha mostrado una gran evolución en cuanto a prestaciones y diseños, que hacen que el trabajo tenga gran excelencia además de una alta performance en cuanto a su capacidad de trabajo.

Cuando se elige una máquina para recolección del forraje cortado, se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales.

- Que presenten una alta capacidad de trabajo, reduciendo los tiempos muertos, para poder recoger la mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de confección (20% de humedad), a los fines de que se incremente la cantidad de heno de alta calidad producido a lo largo de la campaña.
- Que el forraje sea tratado lo más delicadamente posible, reduciendo el número de impactos y los quiebres en la dirección de tránsito del forraje para reducir el consumo de potencia requerida y minimizar las pérdidas de materia seca.

### Recolector

La primera característica buscada en el recolector es que su diámetro sea el menor posible, de manera tal que se facilite “la carga” del forraje, evitando impactos innecesarios en un material que es muy susceptible a perder hojas.

Cuanto menor sea el diámetro del cabezal recolector, mas fácilmente se podrá alimentar el forraje y el flujo del mismo será continuo y delicado, permitiendo una mejor compactación del heno dentro de la cámara de la rotoenfardadora.

En la actualidad se ofrecen en el mercado, recolectores que cuentan con un rodillo que va sujetando, acomodando y “pre comprimiendo” el forraje al momento de la recolección. Esto mejora el trabajo tanto en situaciones de mucho forraje como de poco forraje en las andanas permitiendo una

## Henificación

mayor velocidad de avance, lo que se traduce en mayor productividad y menor cantidad de pérdidas durante la recolección (Figura 4.74).



**Figura 4.74.** Rodillo flotante de precompresión del forraje que mejora las condiciones de recolección.

Una de las condiciones que hoy se está generalizando en el mercado, es un recolector más ancho que la cámara de compactación, para facilitar la carga lateral del forraje sobre los costados de la cámara, mejorando las condiciones de operación e incrementando la densidad en los laterales del rollo, para un mejor aprovechamiento de todo el volumen útil de la cámara de compactación, con el incremento de productividad y mejora en el almacenaje que eso significa (Figura 4.75).



**Figura 4.75.** Recolector más ancho que la cámara de compactación.

El forraje de la andana se recolecta normalmente y es trasladado hacia el lateral de cámara de compactación por un sinfín lateral, asegurando que todo el forraje sea recolectado, con mayor facilidad y comodidad para el operador (Figura 4.76).

En algunos diseños estos recolectores anchos tienden a ser reemplazados por ruedas de entrega lateral en un recolector convencional, que si bien realizan un trabajo similar suman un impacto más en el flujo del heno, con las consiguientes pérdidas (Figura 4.77).

## Henificación



**Figura 4.76.** Sinfín de alimentación lateral del recolector ancho.



**Figura 4.77.** Ruedas de alimentación lateral.

Otra de las ventajas de estos recolectores anchos, es que vienen acompañados de un alimentador o acelerador de forraje interno (ubicado por detrás de recolector), que tal como su nombre lo indica “aceleran” el forraje hacia el interior de la cámara de compactación, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos (Figura 4.78).



**Figura 4.78.** Rotores alimentadores o aceleradores del forraje al interior de la cámara de compactación, que se ubican posteriores a los recolectores (vista interna de la cámara de compactación).

## Henificación

Como última característica destacable de los recolectores, diremos que tienen un mejor desempeño cuando los mismo son flotantes y poseen una rueda de copiado (Figura 4.79).

Esto se debe a que cuando se trabaja en terrenos o campos nuevos y/o desparejos o cuando se está henificando en pasturas subtropicales que tienden a formar matas de tamaño considerable, se corre el riesgo que los dientes del recolector impacten el suelo con el inconveniente que esto significa.



**Figura 4.79.** Rueda de copiado con regulación de altura de la misma.

En primer lugar, los resortes del diente del recolector se cargan de inercia, que cuando es liberada se traduce en un fuerte impacto en el forraje, provocando el desprendimiento o caída de las hojas. Por otra parte no se debe dejar de pensar en el costo de reparación de estos dientes que, cuando no están o bien se encuentran deteriorados, afectan en mayor o menor medida la capacidad de recolección y por lo tanto producen diferentes niveles de pérdida de Materia Seca.

Un aspecto a considerar en estas ruedas es que su correcta regulación, es por debajo de la altura de recolección, para evitar impactos, pero no deben estar tocando constantemente el suelo para disminuir su desgaste (Figura 4.80).



**Figura 4.80.** Se observa en la correcta regulación que la rueda de copiado no toca el suelo.

## Henificación

Al respecto diremos que, la altura de recolección recomendable es alrededor de 2 cm por debajo de la altura de corte (la que depende de la especie y pastura cortada como se aclaró anteriormente) y que, la rueda de copiado debe estar 1,5 cm por debajo de la altura de recolección, para evitar cualquier impacto durante el trabajo.

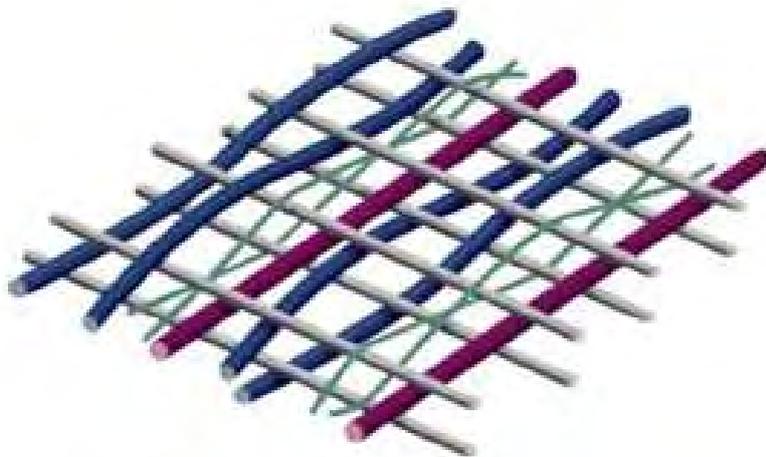
Cabe aclarar que cuando se trabaja con hileras andanas de gran volumen y pastos altos (plantas largas), es más fácil realizar la recolección del forraje, por lo que se puede incrementar la altura de recolección, para evitar siempre el contacto de los dientes del recolector con cualquier elemento extraño o el suelo.

Resumiendo se debe trabajar a la mayor altura de recolección permitida, siempre que no se deje materia sin recoger, regulando la altura de copiado por debajo de la altura del recolector.

### Correas

Las correas van evolucionando día a día y permiten el trabajo en condiciones cada vez más exigentes, debido principalmente a dos razones:

La primera es su estructura interna, en donde las más modernas van mostrando, ya no telas, sino una red de filamentos de Nylon y Poliéster, que las hacen más elásticas a los efectos de punción, pero cada vez más resistentes a la tracción (Figura 4.81).



**Figura 4.81.** Esquema del nuevo diseño interno de correas de alta resistencia.

Esto se considera un gran adelanto dada la colonización que está teniendo la ganadería en zonas más rústicas, permitiendo trabajar con la rotoenfardadora en campos que presenten palos de desmonte con menos frecuencia de rotura y desgaste, además de mejorar el desempeño de los equipos cuando se henifican especies tropicales y/o subtropicales de gran porte.

La segunda a considerar es la unión de las correas ya que, si éstas resisten mayor tensión, necesitan de uniones fuertes y flexibles que puedan acompañar ese incremento en la resistencia de los equipos (Figura 4.82).

Esto se logró con nuevas uniones que cuentan con “ojales” que se remachan por impacto y un perno acerado que los une, el cual le da gran resistencia a la tracción, y flexibilidad para impedir que las correas se quiebren o corte en la sección contigua a la uniones, como ocurría anteriormente (Figura 4.83).

## Henificación



**Figura 4.82.** Unión de correa flexibles que aumentan la vida útil de las mismas.



**Figura 4.83.** Perno acerado de las uniones de correas que les permiten mayor flexibilidad.

### Monitores

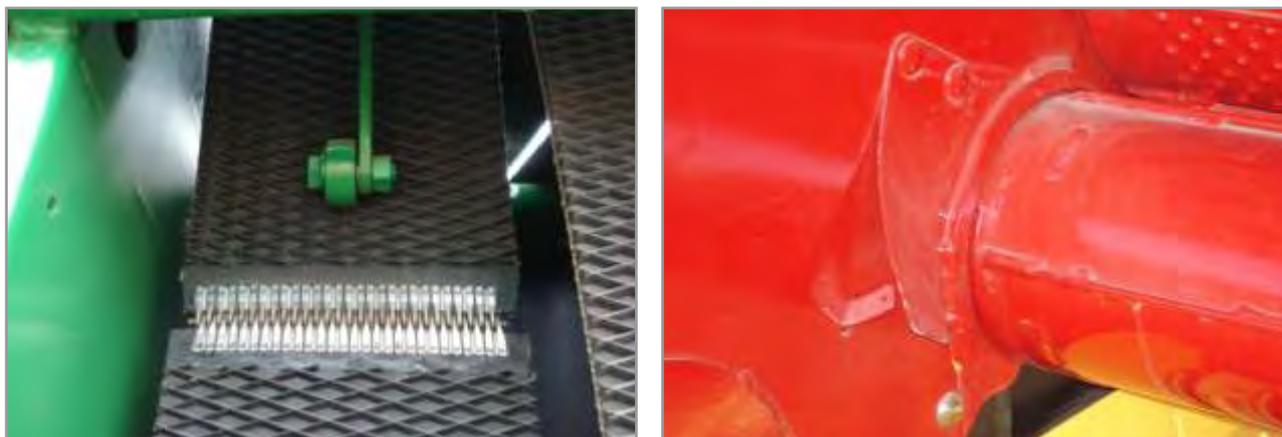
Aunque parezca una obviedad el avance de los monitores va haciendo cada día más fácil la operación de las rotoenfardadoras.

El seguimiento de la carga del forraje, dentro de la cámara de compactación, es fundamental para asegurar la correcta formación del rollo, que luego se traducirá en una mejor amortización del equipo y un correcto y fácil almacenaje del heno confeccionado.

La forma de trabajo es mediante palpadores de la tensión de las correas o la cantidad de pasto que ingresa en cada lateral de la máquina, para transmitir esa información a las barras activas del monitor, que guían al operador sobre cuál lateral de la máquina deben cargar, para realizar un llenado parejo y eficiente de la cámara de compactación (Figura 4.84).

Otra de las características destacables de los monitores actuales, es la posibilidad de poder variar cualquier regulación del rollo confeccionado en poco segundos y desde la cabina del tractor, como así también todo lo referido al atado del mismo, como forma de atado, cantidad de hilo, distancia entre pasadas de hilo y distancia de los hilos al borde del rollo (Figura 4.85).

## Henificación



**Figura 4.84.** Palpadores (sensores) externo e interno de llenado de la cámara de compactación en diferentes máquinas.



**Figura 4.85.** Diferentes modelos y diseños de monitores.

Es sabido que si bien el desempeño de la máquina es fundamental, lo que nunca debe perderse de vista es la calidad del forraje.

En el supuesto caso de que los monitores fallen, es importante poder seguir con el trabajo hasta que el problema se solucione, a los fines de no dejar el material sin recolectar con los riesgos de deterioro que ello implica.

A tal efecto es fundamental contar con una ficha de By Pass en donde se pueda puentear el monitor en el caso de una falla para accionar el sistema de atado manualmente, llevando corriente directamente desde la alimentación del tractor al motor del mecanismo atador, visualizando el resto de las funciones en indicadores mecánicos de la máquina y de esa manera poder terminar el trabajo sin mayores inconvenientes ante una eventual falla del monitor (Figura 4.86).



**Figura 4.86.** Ficha de By Pass o puente hacia el sistema eléctrico para trabajar sin necesidad del atador.

## Henificación

En algunos casos, el costo de la maquinaria puede llegar a ser elevado dependiendo de las zonas productivas o bien la escala de la explotación, y a tal efecto es que se ofrecen en el mercado máquinas con un sistema parecido de señalización, pero que en vez de contar con un monitor electrónico tienen una señalización visual en la misma máquina de la carga a los laterales del material y diámetro del rollo (Figura 4.87).



**Figura 4.87.** Señales mecánicas en la rotoenfardadora.

### Expulsión de los rollos

La expulsión del rollo debe ser rápida y sencilla, para incrementar la productividad de la máquina sin mayores desgastes.

Uno de los factores que es determinante para la fácil expulsión del rollo, independientemente del tamaño del mismo y de porcentaje de humedad con que fue hecho (considerando que puede ser para henolaje al 50% de humedad), es el diseño de la puerta que abre la cámara, tema que está resuelto en todas las máquinas que se comercializan actualmente.

El otro punto que acelera la operación de descarga, es algún dispositivo que permita que el rollo se aleje lo más rápidamente posible de la rotoenfardadora para permitir, que cierre la compuerta libremente y se continúe con el trabajo de recolección de heno.

Para tal efecto, son incorporados, rampas o bien expulsores de rollos, los cuales pueden ser accionados en forma mecánica o hidráulica en sincronismo con la puerta de la cámara de compactación.

Es importante tener en cuenta que, de no contar con estos aditamentos es necesario retroceder con la máquina, para luego expulsar el fardo, luego adelantar, cerrar la compuerta y reiniciar el trabajo, con la consiguiente pérdida de tiempo, mayor fatiga para el operario y doble desgaste del sistema de embrague del tractor utilizado (Figura 4.88).

A los fines de acelerar estos procesos existen diseños de máquinas con sistema hidráulico independiente y conductos de fluido de mayor diámetro, los cuales permiten realizar estas operaciones con mayor celeridad, acortando el tiempo del ciclo de apertura expulsión y cierre de la cámara de compactación, con mayor incremento de la productividad (Figura 4.89).

## Henificación



**Figura 4.88.** Pateador expulsor y rampa de descarga de los rollos.



**Figura 4.89.** Sistema hidráulico independiente con bomba accionada por la TDP del tractor.

### Trabajo con pasto húmedo

Si bien en esta sección se trata casi exclusivamente lo referente a henificación, se debe tener en cuenta que las mismas máquinas que se utilizan para la confección de heno, deben permitir el trabajo en la confección de rollos, con alta humedad para producir henolaje empaquetado.

Si bien la mayoría de las veces no hace falta ningún aditamento para que las rotoenfardadoras tengan un excelente desempeño con pasto húmedo, con algunas pasturas como por ejemplo los rye grass o con alfalfas tiernas y en períodos de mucha lluvia, puede ocurrir que existan problemas como que el forraje se “pegue” en los rodillos de mando de las correas y éstas patinen al ser traccionadas (Figura 4.90).

Es por ello que se ofrecen Kits para trabajo con pasto húmedo, el cuál consiste en un conjunto de cuchillas principalmente y deflectores de forraje, que no permiten que el forraje húmedo se pegue

## Henificación

en el interior de la cámara con una correcta formación del rollo, gracias a la tracción de las correas (Figura 4.91).



**Figura 4.90.** Efecto de "pegado" del material, que puede ocurrir cuando se trabajó con pastos muy tiernos en la confección de rollos, con alta humedad (henolaje 50%).



**Figura 4.91.** Kit de alta humedad compuesto por deflectores y cuchillas.

### Enfardadoras gigantes

#### Ventajas

- Mayor capacidad de procesamiento de la cámara de compactación: más kg/min de forraje compactado que las enrolladoras.
- Mayor presión de compactación ( $250 \text{ kg/cm}^2$ ) en heno comparado con las enrolladoras ( $160 \text{ kg/cm}^2$ ).
- Mayor capacidad de trabajo, al no tener que detenerse para atar y expulsar el fardo.
- Menos "amasado" en la cámara de compactación, lo que evita perder hojas.
- Mayor eficiencia en el transporte y almacenaje bajo galpón. Menor costo de cobertura por  $\text{m}^3$  de heno.
- Mayor facilidad de suministro directo al estar confeccionado en panes, lo que permite, al cortar los hilos, cargar porciones en acoplados mixers desmenuzadores y formular raciones. En cambio, con los rollos se necesitan mixers verticales

## Henificación

### Desventaja

- Alta inversión inicial.

En el año 1996, en el marco del Proyecto Propefo del INTA se realizó un field test en donde se comparó una enfardadora gigante (fardos de hasta 600 kg) versus una rotoenfardadora convencional.

Dado que en aquel momento se contaba con modelos de rotoenfardadoras que hoy han evolucionado no tiene sentido detallar dicho ensayo, pero sí que en comparación a las máquinas actuales, una enfardadora gigante presenta casi el doble de densidad de carga de material, menor pérdida de hojas y una capacidad de trabajo que equivale a dos rotoenfardadoras.

Al respecto también vale agregar que el requerimiento de potencia es casi el doble que el requerido para una rotoenfardadora.

Debido a múltiples condiciones del sector no se impuso este tipo de maquinaria, aunque su principal enemigo probablemente fue la falta de concientización, acerca de la necesidad de heno de alta calidad que están demandando nuestros rodeos, principalmente los lecheros (Figura 4.92).



**Figura 4.92.** Enfardadora gigante, recientemente ingresada al país.

### Almacenaje

Teniendo en cuenta el esfuerzo de logística y económico que se pone en la confección de henos de calidad, es fundamental poder transferir esa calidad en el tiempo, con el menor nivel de pérdidas posible, y es por ello que es importante poner especial cuidado en el método y estrategia de almacenaje, para minimizar los riesgos de pérdidas tanto en calidad como en cantidad del heno producido.

A tal efecto, se citan a continuación los puntos más relevantes a considerar en el almacenaje de los rollos producidos.

- Momento de almacenaje
- Lugar de almacenaje y ubicación de los rollos
- Superficie de almacenaje
- Cobertura del heno.
- Categorización de los rollos

## Henificación

### Momento de almacenaje

El momento de almacenar los rollos es inmediatamente después de hechos.

Por lo general cuando se está confeccionando heno se juega una carrera contra los fenómenos climáticos y, si ocurriese una lluvia después de confeccionados, esto impediría la extracción de los rollos o bien se estaría dañando la superficie del suelo al transitar por el lote, con malas condiciones de piso.

Cuando se espera que el suelo mejore sus condiciones, crece el rebrote de la pastura, sobre todo en épocas de alta temperatura y cuando se entra al lote para sacar los rollos, se corre el riesgo de pisotear ese rebrote, con la consiguiente pérdida de materia seca y producción (Figura 4.93).



**Figura 4.93.** Rollos en un lote en el que se demoró la extracción.

Otras de los aspectos a considerar es que las plantas que deberían rebrotar y que están debajo de los rollos, no lo hacen, generando manchones en el lote que pueden ser reemplazados o invadidos por malezas, en detrimento de la densidad de plantas y la amortización de todo el sistema de producción (Figura 4.94).



**Figura 4.94.** Manchón producido por demora en la extracción de los rollos del lote.

En el caso de contar con gran cantidad de rollos para sacar del lote y tener poco tiempo operativo, conviene sacarlos hasta la cabecera del potrero, para prevenir que llueva con los rollos dentro del mismo y luego trasladarlos a su lugar definitivo de almacenamiento.

## Henificación

### Lugar de almacenaje y ubicación

El predio donde se depositen los rollos confeccionados, debe ser alto y que permita el escurrimiento del agua para evitar los encharcamientos que puedan producir pérdidas del material almacenado.

También se debe tener en cuenta que los rollos no queden al reparo de árboles, para permitir el flujo de aire después que ocurran precipitaciones, acelerando de esta forma el secado del material conservado.

Lo rollos se deben ubicar pegados por sus caras planas (que son las mas susceptibles al agua), formando hileras en dirección Norte Sur, para que el sol que corre de Este a Oeste, pueda secar los rollos en ambos flancos luego de la ocurrencia de lluvias (Figura 4.95).



**Figura 4.95.** Se observa el mayor deterioro de la “cara sur” que fue ubicado en la dirección equivocada.

La distancia entre hileras debe ser de por lo menos un metro, teniendo en cuenta de dejar cada 4 ó 5 hileras, un espacio suficiente para hacer un contrafuego en el caso que sea necesario (Figura 4.96).



**Figura 4.96.** Correcto almacenaje de los rollos, en filas y lejos de los árboles.

### Superficie

El heno almacenado sufre pérdidas tanto por su parte superior como por la inferior, por lo que resulta importante que no exista un contacto directo entre el material almacenado y suelo, para evitar que éste le ceda humedad que pueda deteriorarlo.

## Henificación

Por ello es conveniente aislar los rollos con algún tipo de cobertura como palos, gomas, ripio, etc.

A continuación se presenta la tabla 4.6, donde se establecen los porcentajes teóricos de pérdida de cantidad de materia seca en rollos de heno, según el espesor de la capa de pérdida de la periferia.

**Tabla 4.6.** Porcentaje de pérdidas en la periferia de rollos de heno de alfalfa pura. Está considerado un rollo de 1.80 m de diámetro, 1,5 m de ancho, 608 kg y una densidad de compactación de 160 kg/cm<sup>3</sup>.

Volumen rollo (m <sup>3</sup> )	Peso aprovechable del rollo (kg)	Espesor pérdida de periferia (cm)	% de pérdidas
3,40	544	5	10%
3,01	496	10	20%
2,64	422	15	30%
2,30	368	20	39%
1,98	316	25	47%
1,69	270	30	55%

### Cobertura

La cobertura de la superficie de los rollos es esencial para evitar que el agua se filtre dentro de los rollos

La misma debe cubrir la mitad del diámetro del rollo, de modo tal que el agua escurra al costado de la base de los mismos

Un punto a tener en cuenta es que esta cobertura no llegue hasta la base de los rollos, para que la humedad que evapotranspira el suelo lo haga hacia fuera y no adentro de la cobertura, preservando de esta manera la correcta humedad durante el período de almacenaje del heno producido.

En el caso de que la humedad se filtre hacia adentro de la cobertura, estaría generando condensación y “lluvia interna” con el consiguiente deterioro de la calidad del forraje conservado (Figura 4.97).



**Figura 4.97.** Modo correcto de cubrir lo rollos almacenados.

## Henificación

Una forma de sujetar la cobertura es con riendas del mismo hilo de atar, con pesos en las puntas y con una vuelta de alambre ajustada mediante un torniquete para evitar que el viento vuele la cobertura.

Heslop y Bilansky (1986), compararon rollos almacenados a la intemperie con clima seco y húmedo, hallando pérdidas que varían del 4% al 6% y del 5% al 100% respectivamente.

En cuanto al piso, Lechtenberg (1978), realizó una experiencia comparando rollos de un año a la intemperie sobre piso de tierra versus pedregullo, midiendo pérdidas del 30% y del 15% para cada caso considerado.

En experiencias realizadas en INTA Rafaela (Bruno, Romero y Gagiotti, 1989), se evaluaron las pérdidas de peso y calidad de rollos de alfalfa Cuf-101, confeccionados en enero y almacenados de la siguiente forma:

- 1- Sin tapar sobre el suelo.
- 2- Tapados sobre el suelo (cubierta plástica de 200 micrones).
- 3- Sin tapar sobre postes.
- 4- Tapados sobre postes (cubierta plástica de 200 micrones).

Los rollos fueron almacenados durante 176 días con una precipitación de 386 mm. (Siendo el promedio para la zona 548 mm).

Los porcentajes promedios de pérdidas totales (periferia, enmohecida y contacto con el suelo), para los tratamientos sobre postes fueron de 7,1 % y para los que estaban sobre el suelo 8,1 %.

La comparación entre los tratamientos con y sin tapado fue 5,5 % y 8,6 % respectivamente.

En experiencias similares, realizadas en enero de 1991 y después de 541 días de almacenaje, la mayor diferencia de peso (peso inicial menos peso final), correspondió al tratamiento que permaneció sin tapar y en contacto con el suelo (más del 20 %) y la menor al tapado sobre postes (6 %).

El análisis por sector indicó que, en el tratamiento con mayor pérdida, el que más contribuyó a la misma fue la zona enmohecida (con el 9,4 % del peso final de los rollos) y en forma similar las otras dos (parte inferior y periferia), con alrededor del 5 %.

En todos los tratamientos la mejor calidad se mantuvo en el núcleo, disminuyendo marcadamente en los rollos que se mantuvieron sin tapar en contacto con el suelo y en las zonas enmohecidas (Romero 1992).

### **Categorización del heno durante el almacenaje**

Cuando se realiza el almacenaje, es muy importante categorizar los rollos o fardos según su calidad, en por lo menos cuatro categorías.

Esto significa guardar los mejores rollos separados de los que presentan calidad inferior.

Es sabido que muchas veces, a pesar del esfuerzo realizado, alguna lluvia puede caer sobre el material cortado y otras veces la calidad se puede ver afectada por el estado fenológico o por presencia de malezas al momento del corte.

## Henificación

En cualquiera de estos casos conviene separar los rollos para hacer más eficiente el aprovechamiento del forraje conservado, de modo tal que los animales de altos requerimientos reciban la calidad que demanda su nivel de producción y se pueda identificar fácilmente el heno de inferior calidad, para los animales de menor demanda proteica (Figura 4.98).



**Figura 4.98.** Rollos marcados por calidad, para ser almacenados en forma separada.

### Diagnóstico durante el almacenaje de las condiciones de confección

El color que presenta un rollo es un elemento que puede servir para establecer bajo qué condiciones fue confeccionado.

Así por ejemplo, un rollo **color verde**, lo más parecido a la planta viva muestra una buena calidad de heno.

Un **color amarillento**, indica que el heno ha sido expuesto durante demasiado tiempo al sol, llegando al extremo del **color blanquecino**, donde ha ocurrido la destrucción de carotenos y provitamina A, produciéndose las mayores pérdidas por respiración.

Estas son pérdidas fáciles de ser controladas, ya que este fenómeno ocurre por lo general cuando se corta más pasto del que se tiene capacidad de enrollar, por lo tanto se debe tener en cuenta el dimensionamiento de los equipos y la capacidad de trabajo de cada máquina, a los efectos de no perder calidad por falta de eficiencia.

El **color castaño** indica la acción de lluvias durante el período de secado, o que el forraje ha sido cortado en un estado de madurez avanzada.

El **color oscuro o negro** muestra un exceso de fermentación y elevada temperatura del heno, por haber sido confeccionado con demasiada humedad.

Además, estos rollos pueden presentar manchas blanquecinas debidas a proliferación de mohos.

En tal caso se debe tener especial cuidado a qué categoría de animales suministrar este forraje, debido a que estos hongos en dosis elevadas producen abortos.

### Suministro

Otro aspecto a tener en cuenta es la eficiencia con que se realice el suministro, ya que una mala implementación del mismo puede dar por tierra con todo el esfuerzo realizado en minimizar las pérdidas, durante la confección y el almacenaje.

## Henificación

Dentro de los factores que afectan la eficiencia en el suministro, se encuentran:

- Forma de suministro.
- Hambre del animal.
- Calidad del heno.

Desde ya que cuando el animal tiene hambre, el desperdicio es mínimo.

Pero a medida que este factor no es limitante, la forma de suministro y la calidad comienzan a ser importantes.

Los rollos deben suministrarse parados, apoyados sobre sus caras planas dentro de aros metálicos, calculando una cantidad de 40 a 50 animales por rollo (Figura 4.99).

Con respecto a los aros comederos, existen diferentes diseños que apuntan a evitar que el animal saque la cabeza del portarrollo para comer fuera de él.

Experiencias prácticas demuestran una considerable disminución del desperdicio, cuando el aro posee barras paralelas pero inclinadas, en lugar de las verticales convencionales, haciendo que cuando el animal intenta retirar la cabeza "tirando" del rollo, golpea con las barras, obligándolo a comer en el interior del corralito.



**Figura 4.99.** Aros portarrollo con barras inclinadas.

También se puede recurrir al desmenuzado o molido, en este caso, para una adecuada distribución de rollos y raciones, es necesario disponer de equipos desmenuzadores de rollos y sistema de mezclado.

A tal efecto siempre es mejor considerar los desmenuzadores antes que los moledores de rollos, porque mantienen las propiedades de la fibra como fibra efectiva (mas de 2,5 cm), en el caso que esta sea necesaria y porque al ser menor agresivos con el material no provocan tanta "voladura" de hojas, con la consiguiente pérdida de proteínas.

Se debe tener presente que a mayor calidad del rollo, mayor digestibilidad, mayor consumo y por consiguiente mayor producción. Mientras que con la implementación del molido no se mejora la calidad del heno; lo que se logra es incrementar el consumo, ya que al tener menor tamaño las partículas se mejora la tasa de pasaje a nivel ruminal, pero no la digestibilidad del forraje.

## Henolaje

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

### **Definición**

El henolaje es un método de conservación química, que consiste en cortar el forraje realizando un oreado del mismo hasta alcanzar un porcentaje de humedad comprendido entre el 45% y el 55%; para luego enrollarlo y empaquetarlo o embolsarlo, a los fines de crear condiciones de anaerobiosis que permitan generar una fermentación láctica para su correcta conservación.

El fundamento de la adopción del henolaje, como sistema de conservación de forrajes, es el de acortar el período de permanencia en el campo, cuando las condiciones para alcanzar el porcentaje de humedad, para la confección del heno, no son adecuadas.

Es sabido que en algunas zonas de producción la frecuencia de lluvias es bastante elevada, incrementando el riesgo de daño al forraje, impidiendo la obtención de henos de calidad por el lavado de los nutrientes y la caída de las hojas (períodos estivales de zonas templadas o zonas tropicales).

Otra de las razones que justifican la implementación del henolaje empaquetado, es la dificultad de secar el forraje, como por ejemplo en zonas de bajas temperaturas y/o baja heliofania, como las que ofrecen el forraje en épocas invernales, o bien en zonas altas de los trópicos.

También hay épocas del año en donde el secado del forraje se hace dificultoso como en primavera y otoño, donde es necesario recolectar el material en forma anticipada, para evitar o disminuir los daños causados por la ocurrencia de precipitaciones sobre el material cortado o bien disminuir el tiempo de respiración, que reducen el valor nutritivo del forraje producido por un excesivo período de respiración, tal como se explicó en el capítulo correspondiente a henificación.

Al acortar el periodo de permanencia del forraje en el campo, se reducen los riesgos climáticos y el tiempo de respiración, obteniendo como resultado final una mayor calidad del forraje conservado.

Esto no quiere decir que el henolaje sea la única alternativa para alcanzar calidad en la conservación de forrajes proteicos, sino que debería comprenderse como una herramienta más, pudiendo convivir en los sistemas de producción junto con el heno, para utilizarlo estratégicamente en las épocas del año donde el secado del forraje es dificultoso.

En este caso la calidad del forraje conservado no depende del sistema de conservación, sino que es consecuencia de las condiciones de secado del material.

Haciendo referencia a las sistemas de corte, se debe destacar la importancia de realizarlo con cortadoras acondicionadoras de discos con cuchillas cortas, que ofrecen un excelente tratamiento al forraje, preservan mayor cantidad de hojas y acortan el periodo de respiración disminuyendo el riesgo climático, dando como resultado un incremento de la concentración de los hidratos de carbono solubles (sumamente importantes para la fermentación) y proteínas.

La utilización de los acondicionadores mecánicos también debe ser tenida en cuenta, debido a que incentivan el aumento de la población bacteriana y disminuyen el riesgo de rotura del film de cobertura, ya que el forraje se encuentra laxo y maleable durante el enrollado y empaquetado.

Cuando se realiza un corte de pastura y cae alguna precipitación sobre el material cortado, será

## Henolaje

conveniente confeccionar heno (aunque de pobre calidad), debido a que el henolaje será demasiado costoso por el valor agregado de la envoltura con respecto a la pérdida de calidad ocasionada por los agentes climáticos.

### **Factores que determinan a calidad del henolaje empaquetado**

- Elección de los lotes
- Especie a conservar.
- Momento de corte y ancho de corte
- Higiene del forraje
- Época de confección

#### ***1 - Elección del lote y corte del forraje***

El primer factor para la conservación de pasturas en forma de henolaje es la elección del lote a conservar, el cual debe presentar una correcta implantación con alta población de plantas y un volumen de forraje que permita la amortización de la maquinaria utilizada.

Es importante de contar **un gran volumen de forraje a fin de evitar la utilización de rastrillos para la confección de las andanas**, disminuyendo la contaminación del forraje con tierra para asegurar un paso más en la obtención de calidad, sabiendo que al ensuciar el material se promueven fermentaciones indeseables (butíricas), tal como se lo explicará en el capítulo correspondiente a los procesos fermentativos.

Es importante que los lotes elegidos, sean limpios libres de malezas y preferentemente que no hayan sido pastoreados, para que el valor nutritivo del forraje producido sea el mas elevado posible, el tránsito fácil y la contaminación con tierra y/o restos de bosteo sea mínima (Figura 5.1).



**Figura 5.1.** Lote limpio y denso de alfalfa apto para la confección de henolaje.

La importancia de la utilización de lotes nuevos y que no hayan sido pastoreados, se debe a que de esa forma existe una mayor uniformidad en el terreno, con lo que al trabajar con las cortahileradoras se evita la contaminación con tierra, además de lograr una mayor velocidad y capacidad de trabajo, incrementando la cantidad de forraje conservado en su porcentaje de humedad óptimo.

## Henolaje



**Figura 5.2.** Restos de bosteo en una hilera destinada a henolaje.

La ventaja de la ausencia de animales en el lote es que de esa forma se evita la contaminación del forraje con restos del bosteo de animales, lo que ocasiona fermentaciones de tipo butírica con la consiguiente pérdida de calidad (Figura 5.2).

La presencia de plagas en el lote también debe ser tenida en cuenta, debido a que disminuyen la superficie foliar, en detrimento de la capacidad de desarrollo de la pastura y el contenido de proteínas del forraje por reducción del número de hojas.

### **2 - Especies a conservar**

Las especies más adecuadas para la confección de henolaje empaquetado o embolsado, son las que poseen un alto valor nutritivo, para que de esa forma justifiquen la utilización de la cobertura plástica y ésta pueda ser diluida fácilmente en el costo de confección

Dentro de las **pasturas utilizadas, las más apropiadas** son las que presentan una **relación azúcar proteína alta** (como las gramíneas), para **asegurar la calidad de fermentación del material empaquetado o embolsado**, no siendo ésta una característica excluyente (Figura 5.3).



**Figura 5.3.** Lote de cebada en el momento óptimo para confeccionar henolaje. Las gramíneas son muy aptas para implementación de este sistema de conservación de forrajes.

## Henolaje

Claro ejemplo de esto es **la alfalfa**, que **si bien posee una baja relación azúcar proteínas**, pero que aplicando correctamente las técnicas agronómicas y teniendo especial cuidado en la realización del oreado del forraje, **las calidades potenciales a obtener son muy buenas**.

Para el trabajo con pasturas consociadas, es recomendable utilizar otro sistema de conservación, teniendo en cuenta la dificultad de coordinar los puntos de madurez y secado de cada especie participante, perdiendo siempre calidad en diferentes proporciones.

De esta forma, la eficiencia económica del sistema se resiente por la pérdida de calidad y aumento del costo del valor agregado, a algunas de las especies que se hayan pasado en su punto de madurez, o bien se encuentren en un porcentaje de humedad que no sea el adecuado al momento de la confección.

### 3 - Momento y ancho de corte

En lo referente al momento de corte diremos que se debe hacer cuando las pastura entrega su mayor valor nutritivo, con alta cantidad de materia seca, tal como se explicó en cada una de las especies en la sección de corte del capítulo de henificación.

Respecto al ancho de corte, se debería buscar el mayor ancho posible para lograr buena capacidad de trabajo y evitar el uso de los rastrillos para juntar hileras, asegurando de ese modo una excelente higiene del forraje, que dará como resultado una fermentación óptima.

### 4 - Higiene del Forraje

Anteriormente se fueron dando datos sobre la importancia de este punto, pero cabe agregar que dentro de los rollos empaquetados debe producirse una fermentación, con el menor consumo posible de hidratos de carbono solubles, para que de esa manera el forraje conservado producido, tenga no sólo un alto contenido proteico, sino además un buen nivel energético.

Cuando el forraje que va a ser fermentado, está contaminado con tierra o con restos de bosteo, se produce una fermentación indeseable denominada fermentación butírica, que puede ser ocasionada por diversos factores dentro de los cuales se halla incluida la presencia de tierra y/o bosta (Figura 5.4).

Esta fermentación butírica consume un alto nivel de hidratos de carbono solubles en su proceso fermentativo, dando como resultado un material pobre en energía y además de pésima palatabilidad, lo cual deprime el consumo animal, con las pérdidas económicas que esto genera.



**Figura 5.4.** Es fundamental el cuidado en la higiene del forrajes para disminuir el nivel de pérdidas y maximizar el consumo del forraje producido.

## Henolaje

### 5 - Época de confección

Si bien es posible confeccionar henolaje con éxito en cualquier época del año, la más recomendada es la primavera.

Esto se debe a que en esa estación se dan todas las condiciones para que la fermentación ocurra correctamente, lo que es el secreto del éxito de la obtención de calidad con este sistema de conservación de forrajes.

En la primavera el contenido de hidratos de carbono del forraje es más elevado, por lo que las bacterias encuentran mayor cantidad de sustratos para producir una buena fermentación.

Por otro lado, cuando se corta el forraje, el tiempo de pre-oreado es suficiente para que toda la masa del forraje sea debidamente colonizada por las bacterias que luego van a producir o realizar la fermentación.

Cuando el henolaje se realiza en verano se corre el riesgo de que el contenido de agua del forraje sea muy elevado, dando como resultado una alta dilución de los H de C solubles, con una posible complicación en el proceso fermentativo.

Además, con las altas temperaturas del verano, el tiempo del pre-oreado del forraje se acorta y se corre el riesgo de que las bacterias no tengan el tiempo suficiente para colonizar toda la masa del forraje, dando como resultado una fermentación pobre y lenta con la consiguiente pérdida de energía del forraje y baja calidad del mismo (como se verá en la sección de silaje referido a las fermentaciones).

Uno de los conceptos que puede influir negativamente para realizar el henolaje en primavera, es que si se desea tener el material almacenado por un período largo, se debe considerar que al pasar todo el verano en contacto con el sol, la cobertura plástica se puede ver deteriorada en exceso, debido a las extremas condiciones de heliofania reinantes en las áreas de producción ganadera argentinas.

En tal caso sería conveniente aumentar las capas de cobertura del forraje de 4 a 6 capas de film, incrementando los costos de producción como se detallará más adelante

#### ***Recomendaciones agronómicas para la obtención de henolaje de calidad***

Para la obtención de calidad en la producción de forrajes conservados en forma de henolaje, es importante compatibilizar la correcta regulación de la maquinaria con las prácticas que resguardan la higiene del forraje y el porcentaje de humedad para cada una de las operaciones.

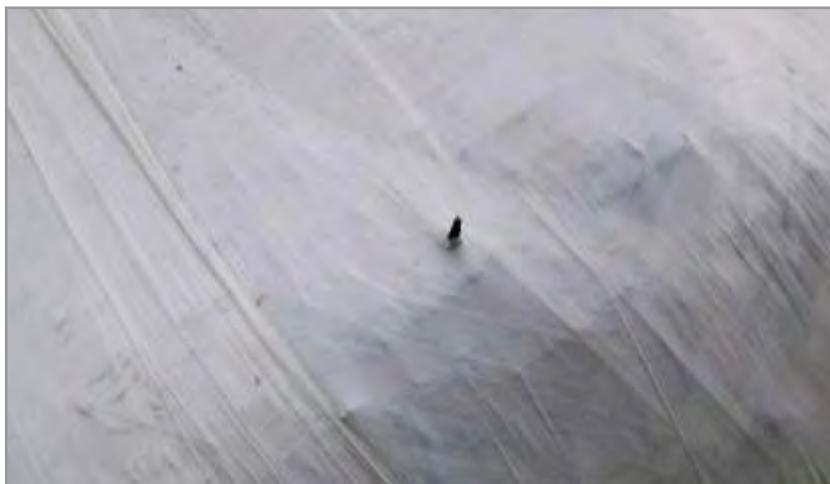
Como se dijo anteriormente, es muy importante la realización del corte con máquinas que posean acondicionadores mecánicos para acelerar la pérdida de humedad y que los sistemas de copiado de las mismas, funcionen correctamente para preservar la higiene del material a enrollar.

Además el acondicionado deja el material más laxo y maleable, reduciendo el riesgo de la rotura del film al momento del empaquetado (Figura 5.5), sobre todo cuando se trabaja con pasturas de tallo leñosos, como en las zonas tropicales, en donde en las épocas de lluvia, este sistema de conservación constituye una excelente alternativa para lograr una reserva de calidad.

**Una vez confeccionados los rollos es importante que transcurra la menor cantidad de tiempo posible hasta el empaquetado o embolsado, debido a que una vez confeccionados,**

## Henolaje

los rollos empiezan a calentarse por su alto contenido de humedad produciéndose alteraciones que irán en detrimento de la calidad final del forraje.



**Figura 5.5.** Se observa el perforado de la cobertura plástica, debido a un tallo.

Debido a que los rollos contienen alrededor del 50% de Materia Seca, a medida que el tiempo transcurre van perdiendo su estructura original, haciendo más difícil el correcto empaquetado o embolsado, debido a que su arquitectura deja de ser perfectamente cilíndrica ocasionando defectos en la envoltura.

Es muy importante que los rollos se encuentren bien atados, sobre todo en sus extremos, para que no se pierda su forma durante el traslado hacia las unidades de empaquetado o embolsado, a los fines de evitar los problemas antes descritos.

Al momento de empaquetar, no deben quedar restos de forraje entre una capa y otra de film, ya que de esa forma se crean galerías por donde transita al aire, con la correspondiente pérdida de las condiciones de anaerobiosis.



**Figura 5.6.** Se observan restos de hilo que en primer lugar formarán galerías de aire y luego probablemente producirán el “corte” de la cobertura plástica

Otro de los aspectos a cuidar es que no queden hilos de atado entre las capas del film, ya que además del problema descrito anteriormente, se suma el inconveniente que por poseer características diferentes de los dos nylons, existe un efecto de tracción entre el hilo y la cobertura del rollo que produce la rotura, en forma prematura, del plástico que resguarda la anaerobiosis del paquete (Figura 5.6).

## Henolaje

Es importante considerar la dirección del viento, para que éste no se introduzca dentro de la bolsa al momento de la confección y cuando se empaqueta, se debe ubicar la máquina de forma tal que el viento no forme bolsas de aire entre las sucesivas capas de film, sino que las obligue a pegarse entre sí (Figura 5.7.).



**Figura 5.7.** En el empaquetado del rollo es importante considerar que el viento debería estar en la misma dirección en que se observa la fotografía, para permitir el correcto pegado de las sucesivas capas de film

El film utilizado para el henolaje empaquetado, cuenta con un pegamento que le da la capacidad de adherirse una capa sobre otra y es por ello, que se debe interrumpir el empaquetado cuando está lloviendo, dado que no se logrará una correcta hermeticidad de los rollos.

Por último es importante definir la mejor forma de organización del equipo de trabajo, para lograr la mayor seguridad en el sistema y la mejor capacidad operativa. Teniendo en cuenta que los implementos para el transporte de los rollos empaquetados son más caros que los pinches normales, es aconsejable trabajar con la empaquetadora en forma estática y en el lugar de almacenaje de los rollos.

La forma de trabajo más práctica, es confeccionando los rollos en el campo y arrimarlos con un acoplado o carretón hasta la máquina empaquetadora en el lugar donde serán almacenados, para aumentar la capacidad de trabajo y evitar los riesgos de rotura del film en el traslado desde el campo a la zona de almacenaje.

Es importante tener en cuenta, que cuando se deseen trasladar los rollos una vez empaquetados, el movimiento se debe realizar dentro de los 3 días posteriores al empaquetado o bien esperar que transcurran por la menos entre 30 y 35 días para no alterar las condiciones de fermentación.

### **Confección del henolaje**

Para la obtención de un henolaje de alta calidad es necesario contar con tres componentes principales:

- Un rollo correctamente confeccionado y que respete las características esenciales para la obtención de calidad.
- Un film de calidad que asegure las condiciones de anaerobiosis.
- Una máquina que permita realizar la cobertura del rollo en forma adecuada.

## Henolaje

### **Características de los rollos**

Los rollos confeccionados deben ser de 1,2 m de diámetro por 1,2 m de ancho, para que no tengan un peso excesivo y sean fáciles de manipular, teniendo en cuenta que al contar con un 50% de humedad pueden tener un peso aproximado de 500 kg.

La desventaja de tener rollos que no guardan relación entre su diámetro y su ancho, es que la entrega del film de cobertura en las mesas empaquetadoras es desuniforme, generando diferencias de estiramiento y por lo tanto posibles defectos en la cobertura.

Se debe tener en cuenta que en el caso de tener rollos con la cara plana (diámetro), de 1,2 m y el lomo (ancho) o cara curva del mismo con 1,5 m, el film se estirará más a la salida de la cara curva que es la que menos cobertura presenta (solo 4 capas), mientras que la cara plana es la que mayores capas de cobertura presenta, debido al sistema de empaquetado de las mesas individuales.

Los rollos de 1,5 m de ancho se adaptan mejor al sistema de embolsado o embutido, o bien a las empaquetadoras lineales, debido a que se incrementa la capacidad de trabajo, por tener que introducir menor cantidad de rollos (con igual cantidad de forraje) por bolsa, además de poder trabajar con diámetros de rollos de hasta 1,3 ó 1,4 metros.

El porcentaje de humedad correcto a para la confección de los rollos es de alrededor del 50%, para que exista una buena concentración de hidratos de carbono y humedad suficiente para que la fermentación láctica se inicie rápidamente, con mayor eficiencia en el uso de esos hidratos de carbono.

### **Medición del porcentaje de humedad del forraje**

La forma más segura y correcta de medir el porcentaje de humedad es mediante los humidímetros electrónicos que fueron descriptos en la parte de henificación, o bien otros especiales, teniendo en cuenta que estos tienen la particularidad de poder medir humedad en un rango entre, 13 % a 65 % de humedad (Figura 5.8).



**Figura 5.8.** Medición del porcentaje de humedad de forraje húmedo, con humidímetro adecuado y en balde plástico.

Un método práctico, para medir humedad en forrajes verdes, es mediante la utilización de un micro-ondas y una balanza de precisión (Figura 5.9).

Se pesan 100 gramos de forraje y se lo pone en un micro-ondas con un vaso de agua, hasta que la misma hierva.

## Henolaje

Cuando hierve el primer vaso, se lo reemplaza por un segundo vaso hasta la ebullición de éste y allí es reemplazado por el tercer vaso, dando por terminado el proceso cuando hierve el último.

A partir de allí se pesa la muestra estimando que la diferencia de peso corresponde al porcentaje de agua contenido en el forraje.



**Figura 5.9.** El uso del microondas es un método práctico y confiable para la determinación del porcentaje de humedad de forrajes húmedos.

Una de los puntos a tener en cuenta es que los rollos confeccionados tenga un alto grado de compactación, ya que se deben crear las condiciones de anaerobiosis necesaria para que ocurra una correcta fermentación anaeróbica, siendo la rotoenfardadora el único instrumento de compactación del forraje.

Un efecto secundario de la falta de compactación de los rollos, es que al momento de ser atados, si no tienen una buena terminación presentan imperfecciones, dejando cámaras de aire entre el forraje y el film de cobertura, demorando las condiciones de anaerobiosis en el proceso de conservación, con el consiguiente incremento del nivel de pérdidas.

Para tal efecto es que las máquinas que se empleen en la confección de rollos destinados a henolaje, deben contar con algunas características que las hacen seguras para lograr una buena compactación y alta capacidad de trabajo, las cuales se detallaron en el capítulo correspondiente a rotoenfardadoras de la sección de henificación.

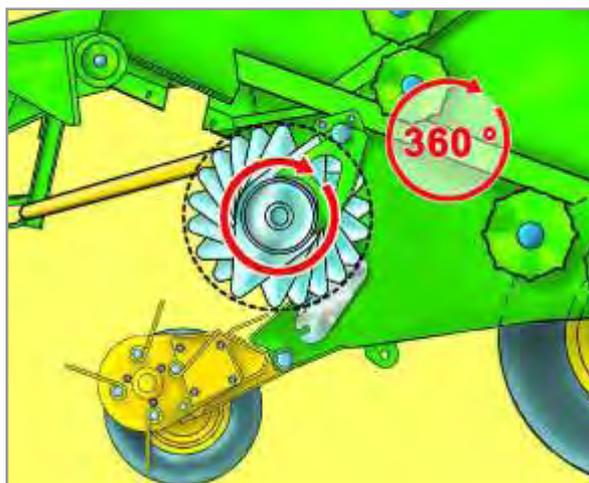
Sólo queda agregar al respecto que uno de los aditamentos que se agregan en la confección de rollos para henolaje, es la posibilidad de utilizar picadores del forraje que ayudan a mejorar la compactación de material, además de facilitar el desmenuzado del pasto húmedo dentro de los acoplados mezcladores de raciones (mixer).

Estos picadores, por lo general están constituidos por un rotor que acelera el forraje en contra de un conjunto de cuchillas retráctiles que en definitiva son las que cortan el forraje (Figura 5.10).

La importancia de que estas cuchillas sean retráctiles, radica en que si en el recolectar, junta algún cuerpo extraño como piedras o palos, los mismos no se atascan ni rompen las cuchillas.

Se debe destacar que en este caso, **las máquinas no deberían ser utilizadas con estos picadores cuando se trabaja en la confección del heno**, ya que el nivel de agresividad de estos picadores con el pasto seco, es realmente alto y eleva en gran medida el nivel de pérdidas de MS.

## Henolaje



**Figura 5.10.** Gráfico de la forma de trabajo del acelerador con cuchillas para picar el forraje que será empaquetado.

**Es por ello que cuando las máquinas cuentan con picadores de forraje, se dice que son exclusivos para pasto húmedo o especiales para ensilaje.**

Existe otro método para trozar el forraje, que consiste en un conjunto de cuchillas que van cortando el rollo en rodajas, a medida que el forraje ingresa a la cámara de compactación.

Estas cuchillas se retraen cuando faltan aproximadamente 10 cm para terminar el rollo, y de esa manera permiten un correcto atado del material, el cual es más fácil de desmenuzar una vez que se cortan los hilos y se rompe la cobertura exterior del fardo (Figura 5.11).



**Figura 5.11.** En la fotografía se muestra el rollo que porta las cuchillas retráctiles.

### **Características del film**

El film utilizado en la confección de henolaje empaquetado, tiene tres características fundamentales:

- *Capacidad de filtrar los rayos UV.*
- *Capacidad de estiramiento del 50 %.*
- *Capacidad de “tacking” o pegado de las sucesivas capas de film.*

## Henolaje

Una de las características que no debe olvidarse, para tener real conciencia de la importancia del cuidado del film, es que el mismo tiene un espesor de 25 micrones.

De allí la importancia que toda la superficie del rollo esté cubierta con por lo menos 4 (cuatro) capas, las que sumadas constituyen una barrera de 100 micrones, generando las condiciones de anaerobiosis necesarias para una correcta fermentación.

Para determinar la calidad del film utilizado se pueden realizar algunas pruebas prácticas.

Una de ellas consiste en tomar un metro de nylon e introducirle el puño hasta la altura del codo en forma suave; si no se producen roturas y la decoloración es pareja y sin vetas, se puede estimar que el nylon es de calidad (Figura 5.12).



**Figura 5.12.** Prueba de calidad del film. Prueba del puño.

Otra de las pruebas consiste en cortar el nylon en sentido perpendicular de como sale de la bobina y ver si se corta en una línea recta y sin desgarros, se estima que será resistente a la tracción cuando se ejerza el 50% de estiramiento correspondiente (Figura 5.13).



**Figura 5.13.** Prueba de desgarramiento para verificar la calidad del film.

Por último se debe observar que el film presente una buena capacidad de “tacking”, o sea que el pegamento con que cuenta el mismo en su cara interna permita un buen pegado de la sucesivas capas y

## Henolaje

que el film al salir del porta-bobinas no se cargue de electricidad estática, con lo que se asegura que no queden pliegues entre una capa y otra, asegurándose una correcta hermeticidad de cada paquete.

Para preservar la calidad, es muy importante tomar algunos recaudos al momento del transporte de las bobinas, ya que el material es bastante delicado.

Se debe tener en cuenta de no tirar las bobinas sueltas sobre camionetas o acoplados, ya que si se marcan los bordes de las mismas pueden originar roturas de la cobertura al momento de la confección o almacenaje.

Otro de los aspectos a considerar es guardar el film en su caja original, de tal forma que cuando no se está trabajando, aparte de no sufrir daños mecánicos, no sea afectado por la lluvia ni los rayos solares para que no se alteren las características de tacking ni la filtración de los rayos UV (Figura 5.14).



**Figura 5.14.** Se observan las bobinas conservadas en su caja original, hasta momento antes de ser utilizadas.

En lo que respecta al color del film utilizado, se han realizado diversas pruebas con materiales blancos, negros o de color sin encontrar diferencias significativas en cuanto a las calidades de los mismos ni del material conservado.

De todos modos, para nuestras condiciones de heliofania, es recomendable utilizar materiales claros, para que el forraje empaquetado *no* levante temperatura al momento de la fermentación y que ésta sea más eficiente en cuanto a la utilización de la energía.

### **Características de la bolsa para henolaje**

En lo que respecta a los rollos embolsados, el polietileno utilizado tiene características particulares que le permite una buena conservación, con un mínimo nivel de pérdidas durante el almacenaje y el suministro.

Por lo general los materiales utilizados tienen un espesor de 150 micrones, son blancos por fuera para reflejar el calor y negros por dentro, para filtrar los rayos ultravioletas con mayor eficiencia y presentan una capacidad de “memoria al estiramiento” (Figura 5.15).

Esto significa que cuando la bolsa es estirada para la introducción de los rollos, luego se encoge durante cuatro horas para recuperar su diámetro original, quedando prácticamente adherida la superficie de los rollos, creando las condiciones óptimas para que ocurra una fermentación anaeróbica.

## Henolaje

Otra de las ventajas de estas características, es que al momento del suministro, cuando se corta el nylon para la extracción de los rollos, se impide la entrada del aire al interior de la bolsa, minimizando las pérdidas de cantidad y calidad del material conservado haciendo el sistema sencillo y eficiente con un bajísimo nivel de pérdidas.



**Figura 5.15.** Interior negro de las bolsas utilizadas para embolsado de rollos.

Si bien existen diversos diámetros de bolsa, el más difundido es el de 1,2 m con un largo de 60 m, para trabajar con rollos de hasta 1,35 m ó 1,40 m de diámetro y diversos anchos.

En este caso es más conveniente utilizar enrolladoras de 1,5 m de ancho para hacer eficiente el sistema introduciendo menor cantidad de rollos, con igual cantidad de forraje por cada bolsa.

### **Máquinas empaquetadoras individuales**

Las empaquetadoras de rollos individuales constan de tres componentes principales:

- *La unidad de carga.*
- *Mesa empaquetadora propiamente dicha.*
- *Porta bobina*

#### **Unidad de carga**

Es la encargada de sujetar el rollo y depositarlo sobre la mesa empaquetadora propiamente dicha, para realizar su envoltura.

En las máquinas convencionales consta de una estructura tubular en forma de "U", para poder acoplarse al rollo y mediante un comando hidráulico realizar la carga (Figura 5.16).

Si bien la mayoría de los rollos que se confeccionan para realizar henolaje empaquetado tienen un ancho de 1,2 m, esta parte de la máquina debe permitir la carga de rollos de mayor ancho y su correcta alineación sobre la mesa.

Para tal fin, tienen una espaldera con registro móvil para regular el tope sobre la cara plana del rollo, a los fines de que éste no quede desplazado sobre uno de los extremos de la mesa, desestabilizándola, causando velocidades diferenciales de la salida del film y por lo tanto defectos en la uniformidad de estiramiento del mismo (Figura 5.17).

## Henolaje



**Figura 5.16.** Unidad de carga en posición de depositar el rollo sobre la mesa propiamente dicha.



**Figura 5.17.** Se puede observar la regulación o espaldera del rollo para centrarlo en la mesa.

En los diseños más sofisticados de las máquinas empaquetadoras, la unidad de carga está constituida por un brazo fijo y otro accionado en forma hidráulica que ejerce presión sobre el rollo para sujetarlo y cargarlo, haciendo más suave y eficiente la carga del mismo.

En este caso la unidad de carga también sirve para descargar los rollos, siendo una ventaja para darle un tratamiento más suave luego del empaquetado, preservando la vida útil de la envoltura y por lo tanto la calidad final.

### ***Mesa empaquetadora propiamente dicha***

Esta es la parte de la máquina en donde se deposita el rollo, para imprimirle el doble movimiento de rotación que permitirá realizar la superposición del 50% entre las sucesivas capas de film.

Consta de dos grandes rodillos de entre 1,3 m 1,60 m de ancho dependiendo de los diseños de las máquinas, sobre los cuales están montadas las correas en las que descansa el rollo al momento del empaquetado.

## Henolaje

Estos rodillos giran sobre sus ejes, imprimiéndole al rollo un giro sobre su eje longitudinal. Este movimiento de rotación debe estar medido, de forma tal que la superposición del film que entrega la unidad de estiramiento sea del 50% entre cada capa (Figura 5.18).



**Figura 5.18.** En la fotografía se puede observar la superposición al 50% de las capas del film.

A su vez la mesa va girando con el rollo sobre su eje transversal, asegurando que tanto las caras planas como el lomo del rollo tengan una correcta cobertura de nylon.

La regulación de esta parte de la máquina se realiza mediante una válvula hidráulica y es necesario que esté correctamente puesta a punto, para que la superposición del film sea la adecuada, de modo que no queden sectores del rollo con menos de cuatro capas de film y por el contrario, para que no existan zonas con mayor cantidad de nylon, a los fines de no excederse en los costos de confección.

Aparte de la correcta regulación de los comandos de esta parte de la empaquetadora, es necesario que las correas sobre de las que va montado el rollo, estén en correcto estado y con la tensión adecuada, tratando de que la máquina cuente con más de 2 de estas correas (Figura 5.19).

Esto se debe a que, si existe algún defecto en la confección del rollo o bien las correas no se encuentran en la forma adecuada, el lomo del rollo puede tener fricción sobre la base de metal de la mesa, frenándose y obteniendo como resultado un defecto en la superposición del film.

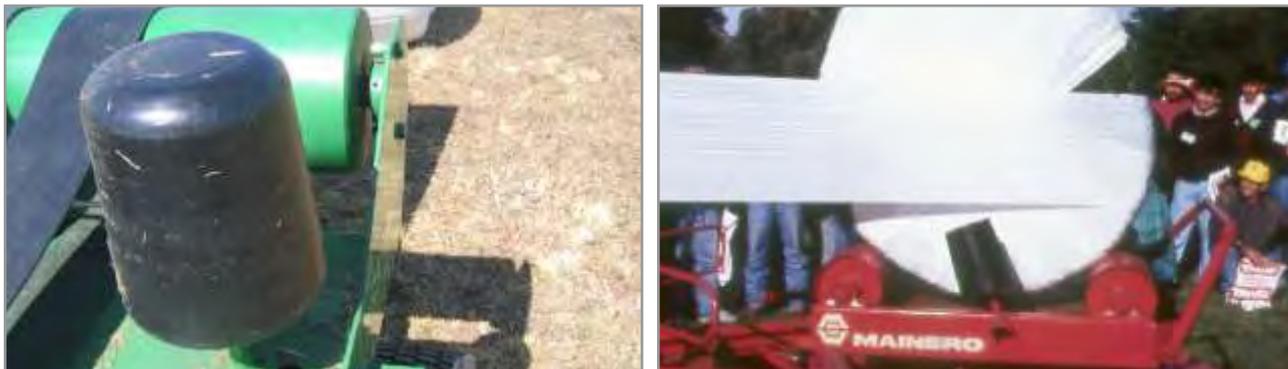


**Figura 5.19.** Mesa empaquetadora con cuatro correas para la correcta tracción del rollo.

## Henolaje

En ambos extremos de la mesa de empaquetado existen dos rodillos a modo de topes mecánicos, que sirven para que el rollo quede firme y no se desequilibre durante el giro de la mesa provocando defectos en la velocidad de salida del film y por lo tanto en el estiramiento del mismo (Figura 5.20).

La regulación de los topes también se debe cuidar, para que el rollo quede alineado al centro de la mesa empaquetadora y de esta forma asegurar el éxito en el proceso de confección de los paquetes.



**Figura 5.20.** Se puede observar contra el rollo, el tope que permite que gire sin desequilibrarse sobre la mesa.

En las máquinas que cuentan solamente con dos correas en la mesa de empaquetado se ha introducido una reforma práctica, que consiste en poner dos frenos de goma, que impiden que las correas se abran con el peso del rollo impidiendo que el lomo de éste tome contacto con la base de la mesa causando defectos en el giro y por lo tanto en la superposición de las capas de film (Figura 5.21).



**Figura 5.21.** Tope/freno de goma que impide que se abran las correas.

En otras máquinas, que tienen mayor número de correas, algunas ya están equipadas con un guía para la correas, de modo que no se superpongan ni se corran al momento de trabajar (Figura 5.22).

El cortador automático del film es un aditamento que suma versatilidad y velocidad de trabajo, en el caso que el diseño de máquina lo contemple. Consta de dos pinzas con accionamiento hidráulico, que sujetan el film al momento de cargar el rollo para que se de inicio a la operación de empaquetado y una cuchilla que corta propiamente el film (Figura 5.23).

Una vez finalizado el empaquetado las pinzas se activan cortando el film, liberando el rollo, con el nylon sujeto para dar inicio a un nuevo proceso de trabajo, logrando de esta forma una mayor capacidad de trabajo de todo el equipo.

## Henolaje



**Figura 5.22.** Guía de las correas para evitar corrimiento o superposición de las mismas.



**Figura 5.23.** Detalle del cortador automático del film.

Algunas máquinas presentan como opcional un contador de vueltas de la mesa empaquetadora, evitando que el operario tenga que estar contando las vueltas del rollo sobre la mesa, para lograr una cobertura eficiente y sea más exacto en el trabajo. De esta forma se ahorra material de envoltura, se asegura que toda la superficie del rollo cuente con cuatro capas de film, logrado con dos capas de envoltura al 50% de superposición y se mejora la condición de trabajo del operador (Figura 5.24).



**Figura 5.24.** Contador de vueltas de la mesa para mayor eficiencia en la envoltura.

## Henolaje

El fundamento del logro de las cuatro capas de cobertura, radica en que debido a que el film tiene 25 micrones de espesor, al sumar las cuatro capas se consigue en promedio una protección de 100 micrones en toda la superficie del rollo, asegurando las condiciones de anaerobiosis para que ocurra una fermentación eficiente.

Un aditamento de mucha importancia en las mesas empaquetadoras, es la rampa de descarga, debido a que si el rollo es lanzado desde la mesa directamente al suelo, existen grandes probabilidades de que el film se resienta por la gran tensión que soporta en el golpe.

Estas rampas son mucho más eficientes aún cuando cuentan con un doble comando hidráulico, permitiendo depositar el rollo sobre el lomo o sobre sus caras planas, teniendo en cuenta que esta última es la mejor forma de almacenaje, ya que en la cara plana existe una gran cantidad de nylon, haciéndola más resistente a los daños físicos (Figura 5.25).



**Figura 5.25.** Rampa e descarga de doble acción que permite depositar el rollo parado sobre su cara plana.

### **Porta-bobina**

Como su nombre la indica, es la parte de la máquina en donde se monta la bobina de film para su estiramiento y entrega.

Por lo general el estiramiento del film viene con una regulación fija, pero siempre se debe cuidar que el mismo sea del 50%.

Una forma práctica de medirlo, es verificando si a la salida del porta-bobinas existe una reducción del 15% del ancho del film, o bien hacer una marca de 30 cm en el plástico sin estirar y verificar que la misma haya alcanzado los 45 cm sobre la superficie del rollo al momento del empaquetado (Figura 5.26).

Otra de las regulaciones, que se debe contemplar en el trabajo, es que la parte media de la bobina esté alineada horizontalmente con el centro del rollo, para que la superposición del film y la salida del mismo desde el porta-bobinas sea el adecuado (Figura 5.27).

Cabe destacar que generalmente se trabaja con bobinas de 50 cm de ancho, pero las máquinas deben estar equipadas para trabajar con medidas de 75 cm y hasta 1 m, debido a que la tendencia mundial indica que éste es el ancho ideal para la obtención de una excelente cobertura, con máxima eficiencia en la capacidad de trabajo (Figura 5.28).

## Henolaje



**Figura 5.26.** Al momento de la salida del film se observa que el mismo se achica un 15% en su ancho.



**Figura 5.27.** La bobina siempre debe estar alineada con el centro del rollo para que la cobertura se aplique correctamente.



**Figura 5.28.** Portabobina, para film de 1 m de ancho.

Otro de los avances en la maquinaria de última generación es la de contar con dos porta-bobinas giratorias y la mesa fija, para lograr una mejor estabilidad del rollo y el doble de capacidad de empaquetado, por tener doble bobina trabajando en forma simultánea.

## Henolaje

### **Embolsadoras de rollos**

Tal como se dijo anteriormente, otras de las formas de confeccionar henolaje, es embutiendo los rollos en bolsas de 1,20 m de diámetro y 60 m de largo con memoria de estiramiento, que les permite una excelente conservación, tanto durante el almacenaje como al momento de suministro (Figura 5.29).



**Figura 5.29.** Vista de la embolsadora con motor incorporado.

Esa es una de las grandes ventajas del sistema de embolsado, en primer lugar, que tienen mayor eficiencia en cuanto a capacidad de trabajo, por no perder tiempo cubriendo las caras planas y en segundo término, mayor eficiencia en el uso del plástico ya que no necesitan cubrir esas caras

Estas máquinas por lo general cuentan con un motor propio, el cual acciona una bomba que impulsa el circuito hidráulico para el funcionamiento de los comandos.

La carga de los rollos se realiza generalmente en forma frontal, lo cual facilita en gran medida esta operación, debido que a medida que son empujados por el pistón (que también se comanda en forma hidráulica), son guiados por 2 barandas regulables logrando una correcta alineación de los mismos dentro de la bolsa, evitando las zonas defectuosas, de sobre-estiramiento o galerías de aire provocadas por una mala alineación de los rollos.

El circuito hidráulico es el que mueve los pistones que ejercen el estiramiento de la bolsa, la cual se encuentra sujeta a unas uñas que estiran la bolsa para alcanzar un diámetro máximo de 1,45 m (Figura 5.30).



**Figura 5.30.** Detalle de las uñas que sujetan la bolsa para su estiramiento.

## Henolaje

Este sistema tiene gran aceptación entre los productores que deciden hacer henolaje debido a su facilidad de operación, la alta capacidad de trabajo y la seguridad que brinda un film de mayor espesor al momento de la estabilización y almacenaje, sobre todo en zonas de alta heliofania.

Por otra parte se deduce que es altamente recomendable para la producción de henolaje en zonas tropicales, porque debido a la gran cantidad de forraje que producen las pasturas en dichas latitudes, se necesita un sistema de alta capacidad de trabajo.

Para obtener un buen trabajo y preservar la hermeticidad de la bolsa, se debe tener en cuenta que al inicio de la confección de la misma se realice un atado seguro y eficiente, previendo que cuando se cargan los primeros rollos se debe poner un tope en la parte posterior de la bolsa, para que ésta no se desplace sino que el movimiento lo realice la embolsadora (Figura 5.31).



**Figura 5.31.** Atado inicial para el comienzo del trabajo.

Una vez que se hayan embolsado los cuatro primeros rollos, ya se podrá quitar el tope, porque los rollos embutidos serán los encargados de ejercer el efecto de acción y reacción con la máquina, logrando una correcta alineación de las caras planas de los rollos (Figura 5.32).



**Figura 5.32.** Una vez comenzado el trabajo no hace falta contar con tope posterior.

Para terminar la bolsa, se debe introducir el último rollo hasta adentro de la embolsadora, para lo que se utiliza una extinción del pistón, a los fines de que todos los rollos se encuentren debidamente acomodados y compactados dentro de la bolsa (Figura 5.33).

## Henolaje



**Figura 5.33.** Pistón extensión para introducir el último rollo en la bolsa.

Es importante planificar el lugar en donde se confeccionará la bolsa, ya que la superficie en donde se deposite la misma no debe presentar defectos que produzcan la rotura del film. Para tal efecto, es conveniente dejar el pasto alto y no cortarlo, ya que los tallos erectos y recién cortados producirán roturas en el nylon.

Otra de las prácticas utilizadas comúnmente en el campo es la de pasar una rastra liviana para emparejar la superficie, esto también es contraproducente, debido a que en el ambiente quedará mucha tierra y la misma puede ocasionar problemas en el desarrollo de una buena fermentación.

Es conveniente que las bolsas estén confeccionadas en un lugar alto, bien drenado y lejos de los árboles, ya que si por algún motivo se produce la caída de ramas, éstas pueden romper la cobertura plástica.

En el caso de que ocurra alguna rotura, es necesario parchar la bolsa en el acto y que durante todo el periodo de almacenaje se revisen las bolsas confeccionadas, a los fines de detectar cualquier tipo de rotura, para solucionar este inconveniente en forma inmediata.

### ***Algunas tendencias y adelantos***

Dentro de las novedades presentadas en los últimos años a nivel mundial, se encuentran dos grandes adelantos tecnológicos.

Uno de los adelantos observados, es la presencia de máquinas empaquetadoras con motor incorporado, para evitar el uso de un tractor y sumado a eso un sistema de comando a distancia, en el que un operario sin necesidad de estar sobre la máquina la puede accionar, haciendo un ciclo de trabajo completo (empaquetado, corte y descarga) en forma automática (Figura 5.34).

Otra tendencia, muy observada sobre todo en Europa, es una rotoenfardadora con empaquetadora en su parte posterior, que permite el empaquetado en forma simultánea a la confección de los rollos, evitando el tiempo que transcurre entre el enrollado y empaquetado, además de las deformaciones ocasionadas por el manipuleo del rollo, reduciendo el requerimiento de tractores para el funcionamiento del equipo (Figura 5.35).

## Henolaje



**Figura 5.34.** Empaquetadora individual con accionamiento a distancia y motor incorporado.



**Figura 5.35.** Enrolladora europea con empaquetadora en su parte posterior, para agilizar la tarea y reducir el requerimiento de tractores. Arriba: vista delantera. Abajo: vista trasera de la máquina donde se observa la empaquetadora incorporada.

## Henolaje

En este caso, resulta necesario contar con un implemento específico para manipular los rollos empaquetados y trasladarlos hasta la cabecera del lote o el lugar definitivo de almacenaje.

Estos implementos son pinzas hidráulicas construidas con estructuras tubulares, de diámetro considerable para que no dañen la cobertura de los rollos (Figura 5.36).



**Figura 5.36.** Dispositivo para mover rollos empaquetados sin riesgo de rotura del plástico.

### **Almacenaje de los rollos**

El primer punto a tener en cuenta en el almacenaje de los rollos empaquetados, es que una vez confeccionados los paquetes, conviene que no se los mueva durante el periodo de estabilización de los mismos, que puede durar alrededor de 40 días.

Es importante respetar este punto para no alterar las condiciones de fermentación, además de tener en cuenta que de ser necesario el traslado de los rollos, el mismo debe ser llevado a cabo durante los primeros 3 días de confeccionados o bien luego que se haya completado la estabilización de los mismos.

Otro de los aspectos a considerar, es la ubicación de los rollos, fuera del alcance de la copa de los árboles, para evitar roturas por la caída de las ramas, además de prever una protección contra los animales, ya que el aroma del forraje es muy tentador.

La forma más conveniente de acomodar los rollos es parados sobre sus caras planas, ya que es la que mayor cobertura de film posee, reduciendo el riesgo de alterar las condiciones de anaerobiosis (Figura 5.37).



**Figura 5.37.** Rollos almacenados por sus caras planas.

## Henolaje

En el caso de que se desee apilarlos, no se deben superponer más de tres, porque el excesivo peso puede generar deformaciones que alteren la cobertura plástica y por lo tanto las condiciones de anaerobiosis.

Cuando se hacen estibas de tres rollos se deben buscar superficies bien parejas y niveladas, ya que es probable que las pilas de rollos se caigan causando roturas en el plástico (Figura 5.38).



**Figura 5.38.** Las estibas de rollos deben hacerse en terrenos nivelados, para evitar que se derrumben y se rompa la cobertura de plástico.

Es de vital importancia la supervisión de los rollos durante el periodo de almacenaje, a los fines de solucionar cualquier rotura que se haya producido en la cobertura de los mismos, teniendo en cuenta que se deben consumir primero los rollos que presentan algún defecto en su envoltura, o bien los que hayan sufrido daños en el film.

### **Evaluación a campo del sistema de embolsado de rollos para la confección de henolaje**

El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Manfredi, el día 18/12/98, sobre un lote de alfalfa pura variedad Monarca INTA, implantada en el otoño del mismo año.

El corte comenzó a realizarse a las 10 de la mañana, empleándose una cortadora de discos con acondicionador de goma de 3 m de ancho de labor.

El enrollado comenzó a las 13:40 hs, cuando el forraje en promedio contenía un 58 % de humedad, determinada con un humidímetro electrónico modelo.

Los rollos confeccionados tenían 1,35 m de diámetro y 1,56 m de ancho.

Para la ejecución del ensayo se tuvo especial atención en trabajar con andanas simples de buen volumen, sin necesidad de utilización de rastrillo por razones de higiene del material, tratando de cuidarlo al máximo.

La extracción de los rollos del lote se hizo con un elevador de arrastre y un carretón, para cargar 8 rollos por vez.

El embolsado fue realizado empleando una embolsadora de rollos, equipada con motor propio, y la alimentación de la embolsadora se hizo empleando el mismo elevador, con el cual se cargaba el carretón para extraer los rollos del campo.

Por último, la bolsa empleada fue de origen canadiense, específica para la confección de henolaje embolsado (capacidad de memoria al estiramiento), con una capacidad efectiva de 36 rollos.

## Henolaje

### 1 - Capacidad de trabajo

Para determinar la capacidad de trabajo de la embolsadora, se cronometró el tiempo de embutido por cada rollo y cada 5 rollos.

Esta diferencia de tiempo marcó la necesidad de establecer 2 capacidades diferentes de trabajo: la real, que fue la que realmente demoraba la máquina en embutir cada rollo, considerando el tiempo que se pierde en alimentar la embolsadora; y la teórica, que se obtuvo cronometrando sólo el tiempo de embolsado, sin considerar los tiempos "muertos".

Las determinaciones se realizaron teniendo en cuenta 3 repeticiones por cada medición, para tratar de eliminar resultados que alterasen el resultado correcto de la prueba.

Para expresar la capacidad en kg de materia verde/hora, se pesaron en forma aleatoria 5 rollos antes de ser embutidos.

### 2 - Determinación del costo por bolsa

Se llenó el depósito de combustible de la embolsadora al inicio del trabajo y se completó nuevamente cuando se terminó de confeccionar una bolsa. La máquina estaba equipada con motor naftero de 13 HP de potencia. Durante el tiempo que la embolsadora debía esperar a que llegasen los rollos del campo, el motor se apagaba.

El costo de la bolsa y de la máquina fueron informados por el importador y fabricante respectivamente.

### 3 - Determinación de la calidad del material conservado

A los 50 días de embolsados los rollos, se muestreó la bolsa en forma aleatoria y se envió la muestra compuesta a laboratorio para determinar proteína bruta, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y estimar digestibilidad y energía.

Con estos datos se pudo determinar el costo del kg de materia seca digestible, conservado por medio del sistema de henolaje enrollado y embolsado.

### 4 – Tablas y resultados

Los tiempos cronometrados para las distintas repeticiones se encuentran en la tabla 5.1. Dicha tabla presenta los tiempos totales para embutir 1 y 5 rollos en cada repetición. El tiempo indicado está cronometrado desde que el operario tomaba con el pinche el primer rollo hasta que la embolsadora lo embutía completamente (primera determinación) y hasta que realizaba lo propio con el quinto rollo (segunda determinación).

**Tabla 5.1.** Determinación de la capacidad de trabajo real.

	1ra repetición	2° repetición	3° repetición	Promedio
Tiempo/rollo	54 seg.	61 seg.	48 seg.	54,3 seg.
Tiempo / 5 rollos	373 seg.	437 seg.	634 seg.	481 seg.

Para la determinación de la capacidad teórica, se cronometró sólo el tiempo de embutido, sin considerar el tiempo transcurrido para retirar el rollo desde el carretón y presentarlo en la embolsadora. Este tiempo fue de 34 segundos promedio.

## Henolaje

**Con estos datos se puede inferir que la capacidad real de trabajo fue de 3463 segundos/ bolsa de 36 rollos, o lo que es lo mismo, 57 minutos con 43 segundos por bolsa.**

**Con el mismo criterio, la capacidad teórica con la que contaría la embolsadora es de 20 minutos con 24 segundos/bolsa.**

Para determinar el costo por bolsa confeccionada, se pesaron 5 rollos elegidos al azar, los cuales arrojaron un peso promedio de 875 kg cada uno, con un contenido promedio de humedad del 48,25%. Esta indica que la bolsa contiene 3 l.500 kg de materia verde.

El consumo de combustible para completar una bolsa fue de 4 litros de nafta común.

Los datos de calidad se presentan en la tabla 5.2, el análisis se realizó en el laboratorio de forrajes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.

**Tabla 5.2.** Calidad del henolaje embolsado.

Parámetros de análisis	
<b>Proteína Bruta</b>	21,98%
<b>F.D.N.</b>	38,17%
<b>F.D.A.</b>	32,47%
<b>Digestibilidad</b>	62,10%
<b>Energía</b>	2,24 Mcal EM/kg MS

El procedimiento del cálculo fue el siguiente:

La bolsa tiene una capacidad de 3 l.500 kg de forraje con el 51,75% de materia seca (48,25% de humedad) y el 62,1% de digestibilidad; por lo tanto cada bolsa contiene 10.123 kg de MSD.

En el presente informe no se detallan los costos obtenidos en el ensayo, debido a que ya no son referenciales, pero con los datos expresados están los datos necesarios para poder arribar al costo actualizado, con los datos al Kg de MSD producido con el sistema de embolsado de rollos

### 5 - Conclusiones

De los datos obtenidos en los resultados del ensayo se puede concluir lo siguiente:

- El sistema de conservación de forraje mediante rollos de henolaje embolsado es altamente eficiente, permitiendo obtener alimento de alta calidad nutritiva.
- Realizado en forma correcta, es decir, ajustando el momento óptimo de corte, evitando incorporar tierra a las andanas, determinando el porcentaje de humedad más conveniente para la confección de los rollos, embolsándolos lo más rápido posible después del enrollado y empleando bolsas con memoria (stretch), de alta calidad; es una técnica segura y sencilla que permite trabajar con bajos porcentajes de pérdidas y alta capacidad de trabajo.
- Lo más conveniente es trabajar con un cargador de rollos frontal, que agilice el trabajo y no sea limitante de la capacidad de trabajo de la embolsadora. Esto queda claramente evidenciado en la variabilidad que existe entre las determinaciones del tiempo de embolsado, de las diferentes repeticiones, y en la gran diferencia que existe entre la capacidad teórica y real del equipo.
- El costo del kilogramo de materia seca digestible es aceptable, si se compara con los otros sistemas de conservación de alfalfa, resultando un 45% más costoso que el heno, igual que el henolaje empaquetado (pero más rápido y con menos riesgo de pérdidas) y un 87% más barato (datos del ensayo a los valores de ese momento).

## Henolaje

- El sistema de henolaje embolsado constituye una alternativa interesante en los lugares en los que producir heno de calidad es difícil, así como en las épocas de alta ocurrencia de lluvias, en las que las mismas no permiten que el pasto alcance los niveles adecuados de humedad para hacer heno, además de la calidad y rusticidad de la bolsa.
- Otro aspecto favorable del sistema es que puede reemplazar al silaje de pasturas picado y embolsado, para productores que trabajan con bajos volúmenes de materia seca y que de este modo disminuyen los porcentajes de pérdidas, así como los costos.
- En comparación con el silaje picado fino de alfalfa, tiene la desventaja de no poder ser incluido dentro de un mixer convencional, salvo que el rollo sea fraccionado. En el caso de ser suministrados directamente en aros comederos, se debe tener la precaución de ajustar la carga de modo tal que todo el rollo sea consumido en el día, de lo contrario los niveles aceptables de pérdidas se verán incrementados por los procesos de oxidación posteriores a la fermentación.

## Silaje

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

### La importancia de la calidad del forraje

En el marco dado por los avances en el potencial de producción demostrado por la genética presente en los rodeos de carne y leche, es que se deben elevar los niveles de eficiencia de producción que acompañen esas mejoras, a los fines de eficientizar los márgenes productivos de la actividad pecuaria y los responsables de la alimentación de los rodeos deben acceder a la última información, referida a calidad de alimento y manejo nutricional.

La calidad del forraje influye notablemente en los márgenes de producción animal, sabiendo que a medida que disminuye también lo hace la digestibilidad y el nivel de consumo, impactando negativamente en los márgenes operativos de la empresa.

Los animales monogástricos, pueden ingerir mayores cantidades de alimentos de pobre calidad y aumentar la tasa de pasaje por el tracto digestivo para compensar la baja digestibilidad, mientras que **los rumiantes se ven impedidos de aumentar la velocidad de digestión y por consiguiente, los alimentos de baja calidad permanecen más tiempo dentro del rúmen afectando la productividad.**

En síntesis, para producir en forma eficiente y con mayor rentabilidad se debe utilizar toda la información y las herramientas disponibles, siendo la calidad del forraje uno de los parámetros más importantes.

Produciendo y alimentando al rodeo con forrajes frescos o conservados de la máxima calidad, es posible aumentar la respuesta animal, reducir los costos de alimentación e incrementar el ahorro de tiempo y dinero que se invierte en la producción de forraje.

### Importancia del silaje de maíz en la alimentación animal

El silaje de maíz o sorgo granífero es uno de los forrajes conservados más importantes en los sistemas de producción modernos. Siendo utilizado cada día más por las siguientes ventajas:

- Altos rindes por hectárea de alimento de alto nivel energético.
- Alimento voluminoso y muy palatable.
- Inmediato almacenaje después del corte con bajo nivel de pérdidas a campo.
- Cosecha rápida.
- Bajo costo de producción por kg de MS digestible.
- Bajo nivel de pérdidas, siempre y cuando se trabaje en forma correcta.

Para considerar un maíz conveniente, para la producción de silaje de calidad, debe contener por lo menos entre el 30% y el 50% de granos sobre la base de materia seca, debido a lo cual se lo considera una mezcla de forraje y grano, siendo utilizada como suplemento energético de la ración o como complemento de la dieta, como en el caso de planteos sobre pastoreos de otoño, los que presentan un desbalance nutricional en esa época, con elevadas cantidades de nitrógeno no proteico y baja concentración de hidratos de carbono solubles (Figura 6.1).

Esto provoca que al ser ingeridas por el animal, exista un excesivo gasto de energía a nivel

## Silaje

hepático para neutralizar ese efecto y desintoxicar el organismo del nitrógeno sobrante, sumado al hecho que los animales pierden eficiencia de utilización por la poca energía disponible en el alimento, por lo que la suplementación con concentrados energéticos como el silaje de maíz y sorgo, se hace importante.

Su uso no se debe limitar tan sólo a suplir deficiencias sino también para tener un mejor aprovechamiento del volumen de las pasturas, permitiendo un incremento de la carga animal en los períodos de escasez y por lo tanto una mejora en los niveles de aprovechamiento de un recurso caro y escaso como es la tierra, con el incremento de competitividad del sector ganadero.



**Figura 6.1.** Es importante contar con cultivos sanos bien implantados y de alto potencial de rendimiento.

### Silaje de Maíz y/o Sorgo Granífero

El silaje de maíz y/o sorgo granífero y su calidad, es la resultante de la interacción del material a ensilar, los procesos fermentativos dependientes de la logística y forma de trabajo, más los procesos de oxidación ocurridos al momento de la utilización del silaje.

Los aspectos que se deben tener en cuenta para la producción de silaje de maíz y sorgo granífero son:

- Material.
- Momento de cosecha.
- Tamaño de picado.
- Altura de corte.
- Método de almacenaje.
- Tipo de silo, infraestructura, lugar de confección.
- Descarga en el silo.
- Utilización.

Estos puntos serán tratados debidamente en el desarrollo de la sección referida a silaje.

### Materiales a ensilar

Los materiales especialmente desarrollados para silaje poseen tallos más finos y permiten que el grano llegue al estadio de grano pastoso duro, o lo que es lo mismo  $\frac{3}{4}$  de línea de leche, con la planta aún verde.

## Silaje

Esto es lo que se denomina "stay green" y es la característica que le permite a las diferentes variedades permanecer verdes, con buenas condiciones para ser fermentadas, pero con el grano maduro, concentrando la energía necesaria para alcanzar la producción deseada.

Si bien ésta es una característica que se busca en los maíces que se destinan a silaje, en el sorgo, es una aptitud que ya viene implícita en él, ya que siempre el grano madura cuando la planta aún cuenta con un buen nivel de humedad para la fermentación.

Sumado a estas características **se deberían buscar variedades que presenten granos grandes (tanto en maíz como en el sorgo), para favorecer el quebrado de los mismos al momento del picado.**

La razón por la cual es importante que las picadoras quiebren o aplasten los granos de maíz y sorgo durante el picado, es que los granos partidos son digeridos principalmente a nivel ruminal, favoreciendo el ingreso y ataque de las bacterias del rúmen al interior de ellos, cumpliendo la función de suplemento energético.

Esto no ocurre con los granos enteros, donde al no ser atacados en el rúmen, el mayor porcentaje de digestión ocurre a nivel intestinal cumpliendo la función de energía pasante a "by pass", existiendo además una elevada cantidad que se pierde por bosteo, sin ser atacada en el tracto digestivo, con el incremento de los costos productivos que esto significa por desaprovechamiento energético.

En la tabla siguiente se muestran algunas proporciones, que sirven también de asidero para considerar la morfología de la planta, como el primer punto a tener en cuenta para la elección de las variedades de maíz a sembrar y la importancia de lograr altos rendimientos de grano por ha.

**Tabla 6.1.** Aporte de sustrato degradable en rúmen de las diferentes porciones de la planta de maíz.

1 Kg de hoja	Aporta 450 gr de sustrato degradable en el rúmen
1 kg de tallo	Aporta 300gr de sustrato degradable en el rúmen
El incremento de la proporción de grano	Aumenta a casi 900 gr por kg aportado a nivel ruminal

### Relación de aporte de sustratos de la planta de maíz a nivel ruminal

Otro dato importante, es que en líneas generales, las hojas se degradan en un 45% en una permanencia de 24 hs en el rúmen, en tanto que los tallos lo hacen en una proporción de sólo el 30%.

Teniendo en cuenta el aporte de sustrato degradable a nivel ruminal, es fácil determinar por su morfología cuáles serán las variedades más aptas para implantar en cada zona, de acuerdo al destino que se busque en la producción de silaje.

En lo que respecta a los sorgos también se debe considerar el porte de los mismos, para determinar si el silaje producido es más energético o más fibroso.

Teniendo en cuenta que los rendimientos en grano, en un mismo ambiente productivo, no son tan significativos, pero sí varía la relación grano planta, (puede ser de entre 1 a 1 hasta 2,5 a 1) es importante determinar el porte de las variedades para determinar la concentración energética final del silaje producido.

## Silaje

Materiales de menor altura permitirán concentrar más energía en el silo, aunque con menor aporte del total de MS (Materia Seca).

Un aspecto que aunque parezca obvio, es importante tener en claro cuando se habla de sorgo, si se quiere lograr un silaje energético o un silaje proteico, para saber si se van a elegir sorgos graníferos o forrajeros ya que los primeros tienen una gran proporción de grano respecto a la planta, por lo que deben ser cortados mirando el grano (se ampliará en detalle más adelante) mientras que los forrajeros deben ser cortados en pre-floración, para preservar la calidad de la fibra (digestibilidad) y un alto contenido proteico.

En algunos casos se ofrecen materiales denominados como "forrajeros", solamente porque tienen un gran aporte de Materia Seca, pero se debe considerar siempre cuál es la digestibilidad o el contenido de fibra de esos materiales, asumiendo que en líneas generales los materiales de gran porte, por lo general, necesitan tener un alto contenido de fibra para mantenerse erectos.

### Implantación

Por último y aunque no corresponda demasiado a la elección de variedades es importante considerar que todas las recomendaciones aplicadas para la obtención de un buen cultivo de cosecha, deben ser aplicadas en los cultivos destinados a silaje, como una buena implantación, correcta densidad de siembra, fertilización, control de plagas y malezas, etc.

Esto se debe a que la correcta implantación es el primer paso para la obtención de un silaje de calidad, además de colaborar en la dilución del costo de producción de Materia Seca Digestible y en el uso de un recurso caro y escaso como es la tierra.

### ¿Maíz o sorgo?

Una de las disyuntivas que presenta la producción pecuaria de carne y leche en los últimos tiempos, en los que se ha visto particularmente desplazada a zonas mal llamadas marginales, pero sí con menos aptitudes para el desarrollo de cultivos, es la toma de decisiones sobre la siembra de maíz o sorgo granífero para destinarlo a silaje

**En zonas marginales donde el maíz no supera los 3.000 kg/ha de rendimiento de grano, o tiene un rendimiento errático, es conveniente picar sorgo para lograr silajes de alta calidad.** Esto se debe a que el maíz estaría produciendo alrededor de 7.128 Mcal aprovechables/ha, comparables con las que produce un sorgo de 4.700 kg/ha de rendimiento de grano promedio y con la ventaja de ser este último, un cultivo de mayor seguridad para lograrlo y de menores costos.

Para la confección del silaje de sorgo, las consideraciones son las mismas que para maíz, con el agravante de que si no se tiene especial cuidado en el quebrado del grano durante el picado, es muy probable que por más que el cultivo contenga una muy buena relación grano/planta, no sea aprovechada la energía contenida en la panoja, ya que la mayoría de los granos enteros pasan sin ser atacados por las bacterias en el tracto digestivo (Figura 6.2).

A pesar de esto y teniendo en cuenta que existen máquinas disponibles en el mercado que aplastan gran parte de los granos, el silaje de sorgo se constituye en una alternativa muy valiosa en zonas marginales para maíz, donde las sequías, o el bajo perfil de los suelos dificultan o hacen muy riesgosa la producción de otros cultivos destinados a silajes energéticos

## Silaje



**Figura 6.2.** El sorgo constituye una excelente alternativa para la producción de silajes en el nuevo escenario productivo.

### Proceso de fermentación y estabilización del silaje

NOTA: Los procesos fermentativos son similares, independientemente de si se trata de pasturas picadas o bajo la forma de henolaje empaquetado, o silajes energéticos de maíz o sorgo granífero.

La conservación de forrajes, en la forma de silaje, es un compromiso entre la reducción de los requerimientos de trabajo y las pérdidas de campo versus las pérdidas en el proceso de fermentación.

Para lograr alta calidad en los silajes, se deben compatibilizar tres factores que interactúan y guardan una estrecha relación entre sí:

- Momento óptimo de picado (que es independiente al proceso fermentativo).
- Tamaño y uniformidad del mismo.
- Contenido de humedad de la planta al momento de picado.

Una correcta fermentación depende de las decisiones y prácticas de manejo que se implementen antes y durante el proceso de ensilado.

Las prácticas de manejo que el productor puede controlar son:

- Estado de madurez del material, (por el contenido de humedad del mismo).
- Tipo de fermentación que ocurre dentro del silo.
- Arquitectura de la estructura del silo, método, velocidad de llenado y suministro.

**Prestando especial atención a detalles como la velocidad de llenado, largo de picado, distribución y compactación del silo; se asegurará en gran medida una correcta fermentación del silaje, permitiendo un elevado consumo de materia seca y por consiguiente una buena respuesta animal, además de pérdidas mínimas de energía en el proceso fermentativo.**

Los organismos aeróbicos se incrementan en el material picado durante los primeros estadios de la fermentación. Estos organismos, al respirar elevan la temperatura en el interior del silo y por esta razón se debe eliminar la mayor cantidad de aire posible durante el llenado y compactado, para que

## Silaje

tampoco el forraje respire, ya que si no consumirá un mayor número de hidratos de carbono, los cuales deben estar disponibles en primer lugar como sustrato para la fermentación y en segundo lugar, como energía asimilable por los animales.

Cuando el aire desaparece, comienzan a multiplicarse los organismos anaeróbicos (independientes de oxígeno), productores en primera instancia de ácido acético, que provocan una disminución del pH y el incremento de la acidez del silo.

Al mismo tiempo, comienzan a multiplicarse las bacterias formadoras de ácido láctico, que son las que en definitiva dominarán el proceso de fermentación del silo. Estas bacterias provocan que el pH baje lo suficiente (alrededor de 4), para inhibir cualquier otro tipo de proceso mientras se mantiene la anaerobiosis y conservan el forraje.

Este proceso puede tomar de 1 a 3 semanas, dependiendo del cultivo ensilado y en ese momento el ácido láctico representa el 6 % o más de la materia seca del silo, teniendo en cuenta que luego a nivel ruminal será promotor de ácido propiónico y éste de glucosa en sangre, con lo que aporta una buena cantidad de energía para el metabolismo de los rumiantes.

Un silaje de calidad se obtiene cuando el ácido láctico es el predominante debido a que las bacterias formadoras de este ácido son las más eficientes, por consumir sólo el 4% del total de los carbohidratos solubles que posee la planta. Este ácido también es el que provoca el rápido descenso del pH, considerando que mientras más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se habrán conservado.

Un detalle no menor, es tener en cuenta que cuando se habla de los hidratos de carbono, que son la "materia prima" para la fermentación, nos referimos a los hidratos de carbono solubles y en ningún momento se consideran los hidratos de carbono estructurales (celulosa, hemicelulosa), ni los complejos como el almidón.

El contenido de grano no tiene nada que ver con los procesos fermentativos. Esto quiere decir que por más que una planta de maíz no contenga grano, su fermentación va a ser correcta, pero aportará poca energía a la dieta y por lo tanto su "costo de producción se eleva"

A continuación se describen las fases que ocurren durante el proceso fermentativo:

**FASE I: la fase aeróbica comienza con el picado y continúa hasta que el oxígeno es desplazado del silo, en un período muy corto posterior a la compactación. Durante este estado, los azúcares de la planta recién picada se descomponen en dióxido de carbono, agua, liberando calor en el proceso conocido como respiración.**

**Microorganismos aeróbicos como los hongos, levaduras y bacterias, presentes en el forraje picado utilizan también los hidratos de carbono durante esta fase, como principal fuente de energía para la respiración.**

Cuando el forraje es cosechado, los organismos aerobios predominan sobre la superficie del material cortado.

Durante el proceso inicial del silaje, el forraje recién picado y las bacterias aeróbicas siguen respirando dentro de la estructura del silo y el oxígeno, utilizado para la respiración, se encuentra en el interior del material retenido entre las partículas del forraje.

## Silaje

Esta primera fase es indeseable y se debe tratar de que sea lo más corta posible, debido a que las bacterias aeróbicas al respirar, consumen carbohidratos solubles que contienen energía altamente digestible, que de otra manera deberían estar disponibles para las bacterias benéficas productoras de ácido láctico y lo que es más importante para el consumo animal.

A pesar de que en esta fase se consume el oxígeno para crear las condiciones anaeróbicas deseadas, el proceso de respiración produce agua y calor en la masa del silo, teniendo en cuenta que una excesiva producción de calor puede reducir en gran medida la digestibilidad de los nutrientes tales como las proteínas.

**Bajo condiciones normales de ensilado, las temperaturas pueden subir de 4 a 6 °C por encima de la temperatura ambiente en el momento de ensilado. Si las temperaturas superan este nivel, puede ser un indicador de que los procesos de respiración son excesivos.**

El incremento en el desarrollo de hongos y levaduras durante esta fase, puede predisponer incluso al ardido del silaje durante la fase de extracción.

Otro cambio químico de importancia que ocurre durante la fase aeróbica es la posible degradación de las proteínas vegetales cuando se superan los 34° C en nitrógeno no proteico, péptidos, amino-ácidos y amonio producidos por las proteasas de las células vegetales. La duración de la proteólisis dependerá de la tasa de decrecimiento del pH, debido a que un ambiente ácido reduce la actividad de las enzimas proteolíticas o degradadoras de proteínas. En silaje de maíz, el nivel de N no proteico puede incrementarse desde el 20% del total de N en el forraje pre-ensilado, hasta más del 50% dentro de las 24 hs post-ensilado.

La proteólisis es indeseable, particularmente para vacas de alta producción, debido a que el exceso de N no proteico soluble resulta en una pobre eficiencia en la utilización del N y baja producción de leche, además de un incremento en la demanda energética por la necesidad de los animales de metabolizar el exceso de N no proteico, además, elevados niveles de nitrógeno amonio en silajes han estado asociados con bajo consumos de materia seca.

La fase I finaliza cuando el oxígeno ha sido eliminado en su totalidad de la masa del silo. La fase aeróbica disminuye la calidad del silo por lo que debería durar lo menos posible. Bajo condiciones ideales de cultivo y almacenaje, esto debería ocurrir en no más de 2 horas, mientras que con mal manejo, por ejemplo picado del cultivo demasiado seco, pobre compactación, picado largo, llenado lento, etc., esta fase puede durar varios días, con la consiguiente pérdida de calidad.

Como se verá más adelante en detalle; los factores claves para lograr este objetivo son:

- Contenido óptimo de humedad del cultivo: el cual debe aproximarse al 60%. Con este porcentaje de humedad se favorece la compactación y por consiguiente el proceso fermentativo.
- Largo y uniformidad de picado: si bien el tamaño de picado será tratado en detalle, diremos que la uniformidad del mismo favorece el acomodado y compactado del silo, acortando el período aeróbico del mismo (Figura 6.3).
- Llenado rápido y compactación adecuada: para sellar el silo lo más rápido posible y no permitir el intercambio gaseoso. De allí proviene la conveniencia de máquinas con alta capacidad operativa.
- Sellado del silo confeccionado: para evitar la entrada de oxígeno en la superficie expuesta

## Silaje



**Figura 6.3.** Un buen tamaño de picado favorece la disminución de la fase aeróbica en los silajes.

**FASE 2:** Una vez que el oxígeno ha sido desplazado, la fase anaeróbica comienza. Durante la misma una sucesión de diferentes poblaciones de bacterias fermentan los azúcares y son convertidos principalmente en ácido láctico, pero también en ácido acético, etanol, dióxido de carbono y algunos otros productos.

La producción de ácidos baja el pH del material ensilado, lo que inhibe el desarrollo de otros microorganismos.

Una vez que comienza la fase 2, ocurre una fermentación anaeróbica, produciéndose el crecimiento y desarrollo de las bacterias productoras de ácido acético.

Estas bacterias fermentan carbohidratos solubles generando ácido acético como producto final, lo que a pesar de ser un proceso indeseable resulta importante, ya que éste es utilizado por los rumiantes como un catalizador para obtener el pH necesario para el proceso de digestión.

Cuando el pH de la masa ensilada cae por debajo de 5, la población de las bacterias acéticas disminuye, ya que este nivel de acidez inhibe su crecimiento. Esto señala la finalización de la fase, que en condiciones normales ocurre dentro de las 24 a 72 horas de iniciado el proceso.

No es conveniente que este proceso de fermentación acética se prolongue, ya que las bacterias acetolíticas o promotoras de la formación de ácido acético consumen alrededor del 36% de hidratos de carbono para la producción de ácido, con lo que si se prolonga este período se reduce el nivel energético de los silos producidos.

Otro punto a tener en cuenta es que los silos que tuvieron una fermentación acética prolongada son más inestables durante la etapa de extracción y suministro, mostrándose más inestables con una degradación más rápida.

Un claro indicador de la fermentación acética prolongada es un olor avinagrado fuerte y un color amarronado oscuro (Figura 6.4).

## Silaje



**Figura 6.4.** El silaje oscuro y marrón de la izquierda, muestra claros síntomas de fermentación acética respecto del de la derecha con fermentación láctica (correcta).

**FASE 3: Es una fase de transición donde las bacterias acéticas dan lugar a las productoras de ácido láctico, las que aumentan su población debido al continuo descenso del pH.**

La tasa de fermentación depende de la cantidad y tipo de bacterias ácido lácticas presentes en el cultivo a ensilar y del contenido de humedad del silaje.

Durante este proceso, diferentes especies de bacterias productoras de ácido láctico se convierten en dominantes en diferentes momentos y como resultado de ello, la cantidad de ese tipo de ácido presente es una fracción del total de ácidos producidos.

Con el elevado pH, al principio de la fermentación, las bacterias producen una gran cantidad de ácido acético pero a medida que el pH desciende, el ácido láctico se convierte en el producto dominante.

Sin embargo, si el contenido de hidratos de carbono en la planta es bajo se produce una escasa cantidad de este ácido, lo que atenta contra la calidad del forraje conservado.

**En silajes bien conservados, por lo menos el 70% de los ácidos presentes es el láctico, necesitando este tipo de bacterias de los azúcares para multiplicarse.**

Durante la fermentación, el contenido de los azúcares disminuye; llegando al extremo de que si se agotan, el descenso del pH se detiene y puede llegar a no existir suficiente ácido que logre estabilizar el forraje.

Cuando el silaje es consumido, este ácido también será utilizado por el ganado como fuente de energía, tal lo expresado anteriormente.

En los silajes de maíz, el proceso activo de fermentación anaeróbica dura menos de una semana.

**FASE 4: Esta es la fase final en la que el silo se estabiliza, principalmente en el pH.**

El pH final dependerá fundamentalmente del tipo de forraje ensilado y de las condiciones de confección y almacenaje.

## Silaje

Cuando se trabaja con materiales de alto contenido proteico como las pasturas, se dificulta el descenso del pH, por el efecto buffer ejercido por el Nitrógeno, pudiendo alcanzar un pH final de alrededor 4.5, mientras que en el maíz ese valor puede llegar a 3.8 - 4.

Forrajes ensilados con niveles de humedad superiores al 70 %, pueden sufrir una versión diferente de la fase III descrita y en lugar de desarrollarse bacterias lácticas crecerán grandes poblaciones del genero clostridium, presentes en la tierra, que producen ácido dando como resultado final un silaje de color oscuro y olor rancio, con un pH superior a 5.

Este tipo de fermentación puede ocurrir también cuando, trabajando en forma incorrecta, se le agrega tierra al silo con las ruedas del tractor o carros de acarreo del material, o cuando se agregan restos de bosteo con al rastrillo, en los silajes de pasturas de lotes que fueron previamente pastoreados (tema que se desarrollara en detalle en la sección de llenado del silo, y en el capítulo de silaje de pasturas).

La fase 4 es la más larga, ya que continúa hasta que el pH del forraje es lo suficientemente bajo como para inhibir el crecimiento de todas las bacterias, llegando al punto de conservación y estabilización.

Durante esta fase, el pH del material ensilado permanece relativamente estable y existe mínima actividad microbiana o enzimática, si el silaje es mantenido en forma anaeróbica.

La fermentación láctica no sólo estabiliza el silo con el pH más bajo (mayor acidez), sino que es la mas eficiente en el aprovechamiento de los azúcares disponibles en las células del forraje tal como se expresa en la tabla 6.2.

**Tabla 6.2.** Consumo de azúcares y pH referente, de acuerdo al tipo de fermentación producida.

Fermentación	Cons. de azúcares	pH referente
Acética	38 %	6
Butírica	24 %	5
Láctica	4 %	4

**El principal factor que afecta la calidad del silaje durante el almacenamiento es la entrada de oxígeno al silo, el cual incrementa el desarrollo de hongos y levaduras, que provocan pérdidas de materia seca y calentamiento del material ensilado (Figura 6.5).**



**Figura 6.5.** En silos de material seco y mal compactado se observa la proliferación de hongos.

## Silaje

La cantidad de desperdicio está directamente relacionado con la densidad del silo y la superficie expuesta en contacto con el aire. **El peor de los casos es cuando existe un silo destapado, demasiado seco y sin compactación. Las pérdidas aeróbicas bajo estas circunstancias pueden superar el 30%.**

Otras causas, de excesivas pérdidas en el almacenaje, pueden ser paredes rotas en silos tipo bunker y/o puente o plásticos rasgados en los silos bolsas (Figura 6.6).



**Figura 6.6.** Silos correctamente confeccionados, presenta una superficie expuesta chica y un frente "sano".

**FASE 5: Comprende los procesos respiratorios y de degradación que ocurren durante la extracción y suministra ya sea en las superficies expuestas del silo en los comederos.**

Esta fase comienza una vez que el silo es abierto y finaliza cuando todo el silaje fue consumido. Una vez que el silaje es re-expuesto al oxígeno, los hongos y levaduras comienzan a activarse nuevamente, convirtiendo el azúcar residual, los ácidos de la fermentación y otros nutrientes solubles en dióxido de carbono, agua y calor.

Esta fase es importante, ya que las experiencias demuestran que **cerca del 40 % del total de pérdidas de la materia seca ocurren por descomposición aeróbica secundaria, durante la extracción y suministro (Figura 6.7).**



**Figura 6.7.** Se observa, el vapor eliminado por calentamiento de la superficie expuesta del silo.

## Silaje

Generalmente, el primer signo de deterioro aeróbico es la presencia de calor y olor fuerte, seguido por desarrollo de hongos en la superficie y/o interior del silo.

Al mismo tiempo que se desarrollan los hongos, cantidades importantes de nutrientes y materia seca se van perdiendo. Aparte de los nutrientes perdidos, algunos hongos pueden producir micotoxinas que causan enfermedades o disminuyen la respuesta animal.

Altos niveles de microorganismos aeróbicos presentes en el silaje pueden acelerar el proceso de descomposición cuando el forraje conservado es expuesto nuevamente al contacto con el oxígeno del aire.

El nivel de microorganismos aeróbicos, presentes en el silo, está determinado por la cantidad presente en el cultivo antes del picado y el grado de desarrollo en la primera fase aeróbica del proceso.

Aunque muchos hongos y levaduras pueden sobrevivir a pH bajos, el ambiente ácido restringe su desarrollo y un pH de 4 o inferior ayuda a mantener la estabilidad aeróbica del silaje durante esta fase, razón por la cual en los silajes de pasturas se deben extremar las medidas, tanto en la conservación como en la utilización, por su dificultad en el descenso del pH debido a su alto contenido de nitrógeno proteico que ejerce un efecto buffer.

El tipo y cantidad de ácidos producidos durante la fermentación afectarán también el grado de estabilidad aeróbica del silaje.

Algunos ácidos producidos durante la fermentación son más tóxicos para los hongos y levaduras que otros, como por ejemplo el butírico, seguido por el propiónico y el acético.

El ácido láctico es el menos efectivo para suprimir el desarrollo de los hongos y bacterias; de modo que la vida de un bunker o la estabilidad de los silos producidos por las más eficientes bacterias lácticas homo fermentativas es, a menudo, más pobre que un silo mal fermentado, con elevados contenidos de ácidos butírico y/o acético.

Un perfil típico de fermentación se presenta en la tabla 6.3.

**Tabla 6.3.** Perfil típico de un silaje bien fermentado. (\*) Unidades formadoras de colonias/gramo de silaje.

Perfil	Análisis
pH del silaje	3.6 - 4
<i>Productos finales de la fermentación</i>	
Acido láctico	4 – 6 %
Acido acético	< 2 %
Acido butírico	< 0,1 %
Acido propiónico	< 0,5 %
Etanol	< 0,5 %
<i>Fracción Nitrogenada</i>	
N – amonio	< 5 % del total de N
<i>Poblaciones microbianas</i>	
Levaduras	< 100.000 UFC/g*
Hongos	< 100.000 UFC/g*
Organismos aeróbicos	< 100.000 UFC/g *

## Silaje

El nivel de azúcares residuales, remanentes en un silaje después de la fermentación, puede incluso influir en la estabilidad.

Los hongos y las levaduras crecen aproximadamente 2 veces más rápido sobre azúcar que sobre los ácidos de la fermentación.

**Silajes producidos sobre maíces inmaduros contendrán generalmente niveles más altos de azúcares residuales y serán más propensos a sufrir deterioro en la fase de extracción.**

La temperatura ambiente también tiene influencia en la estabilidad aeróbica del silo, ya que la tasa de desarrollo microbiano crece exponencialmente con la temperatura hasta aproximadamente los 50° C, lo que significa que la extracción durante las temporadas cálidas produce deterioros más rápidos que en tiempos fríos. Esto debe considerarse también, ya que la migración de la ganadería en algunos casos hacia zonas tropicales y subtropicales, pueden mostrar un deterioro más rápido de los silajes utilizados que en zonas templadas, considerando además que en las zonas de explotación tropicales existe una gran tendencia a conservar pasturas C4 en forma de silajes.

Extremando las medidas de manejo en esta fase, se retardará el deterioro del material ensilado, disminuyendo la proliferación de levaduras y hongos que crecen en detrimento de la calidad del forraje suministrado y mejorando la "vida" del silo.

En la siguiente síntesis, se pueden observar los procesos químicos que ocurren en cada fase:

- **Fase I:** Proceso de respiración aeróbica. No debe durar más de 2 horas.
- **Fase II: Fermentación anaeróbica de tipo acética.** La duración no debe exceder de 48 a 72 horas.
- **Fase III: Etapa de transición.** Inicio de formación de ácido láctico. Este período se prolonga hasta los 30 ó 40 días de confeccionado el silo.
- **Fase IV: Incremento de la producción de ácido láctico y estabilización del silo.** Esta fase dura hasta que se abre el silo para comenzar el suministro.
- **Fase V: Respiración y oxidación secundaria por la apertura del silo.** En esta fase ocurren los mayores porcentajes de pérdidas de todo el proceso, pudiendo llegar al 40%.

### **Factores a considerar para lograr calidad en el silaje**

Como se mencionó anteriormente, existen tres factores que interactúan entre si y determinan la calidad final del material ensilado:

- Contenido de humedad de la planta al momento de picado.
- Momento de picado.
- Tamaño y uniformidad de picado.

#### **I - Madurez y humedad**

Las recomendaciones varían con los diferentes cultivos a ensilar.

El estado de madurez óptimo asegura un elevado contenido de azúcares disponibles para las bacterias y un máximo valor nutricional para el ganado.

## Silaje

La madurez incluso, tiene un alto impacto en el contenido de humedad de cultivos en los que no se realiza pre-marchitado como es el caso del silaje de maíz o sorgo granífero, donde el contenido de humedad óptimo se encuentra comprendido entre el 60 y el 70 %. Valores superiores a los mencionados pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de pérdidas por lixiviación de azúcares, de igual manera niveles inferiores de humedad pueden retrasar e incluso impedir que la fermentación se lleve a cabo.

**El porcentaje de humedad del forraje, resulta esencial para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado.**

### 2 - Momento óptimo de picado

Como se explicó anteriormente, el contenido de humedad en el cultivo es un factor clave para lograr calidad en el material ensilado, aunque no es el único, ya que es importante tener en cuenta también el contenido de humedad de los granos, en el caso que se haga un silaje energético.

Este momento coincide con la finalización del llenado de los granos, en el que el cultivo cuenta con el máximo contenido de energía disponible para ser ensilado.

Por lo antes mencionado, lo ideal es que del total de materia seca a ensilar, entre el 30 y el 50% corresponda al grano que hará un aporte energético de rápido aprovechamiento a nivel ruminal en la ración.

En estas condiciones el momento óptimo de picado lo determinará justamente el grano, debiendo estar en estadio fenológico de grano pastoso a pastoso duro, o lo que es lo mismo en  $\frac{1}{4}$  de línea de leche.

Se denomina línea de leche a la línea que divide el endosperma sólido del endosperma líquido.

Cuando esto no ocurre y el contenido de grano es inferior al 30% del total de MS del cultivo, como por ejemplo en un año en el que las condiciones climáticas no fueron favorables, el momento de picado deberá determinarse según el estado de madurez de la planta, picando cuando  $\frac{1}{3}$  (el tercio inferior) se encuentre seco, asegurando un porcentaje de humedad adecuado para la compactación y fermentación y un contenido de fibra aceptable para la confección de silajes.

**En líneas generales podemos decir que para determinar el momento de picado de una planta de maíz, se debe mirar el grano, en zonas o años en que los rindes son buenos (más del 30% correspondiente a grano de la MS total de la planta) y mirando la planta cuando el año fue malo y picando cuando  $\frac{1}{3}$  de la planta está seca.**

El estado en que se encuentra el endosperma del grano es el que determina cada una de las etapas mencionadas anteriormente; y la línea de leche es la que marca la transición entre el endosperma sólido y líquido del grano (Figura 6.8).

**Cuando la línea se encuentra en "un cuarto de leche", es decir que sólo la cuarta parte del grano está líquida, se puede afirmar que el cultivo se encuentra en el momento óptimo de picado, ya que habrá alcanzado un alto grado de concentración de almidón en el grano y presenta aún la facilidad de ser partido por efecto mecánico de la picadora.**

## Silaje



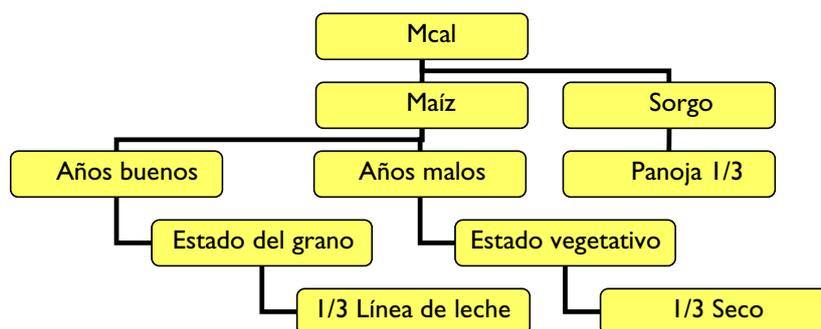
**Figura 6.8.** En la fotografía se observa la fase de transición de endosperma sólido a endosperma líquido (línea de leche).

El tiempo de maduración de los granos dependerá de la genética, que es propia de cada material. De todos modos, generalizando, se puede decir que para pasar de grano lechoso a  $\frac{1}{2}$  línea de leche se demora 11 días, de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$  línea de leche, tarda 6 días y de  $\frac{1}{4}$  línea a grano duro o sin leche unos 7 días, considerando siempre que estos tiempos son estimados y que dependerán en gran medida de las condiciones climáticas reinantes durante el desarrollo del cultivo analizado.

En lo que se refiere a sorgo, se aplica prácticamente el mismo concepto, teniendo en cuenta que no se observa una línea de leche en sus granos, sino el estado de maduración o "secado" de los granos de la panoja.

Sabiendo que la panoja de sorgo madura de a tercios, deberíamos picar el cultivo cuando el tercio superior se encuentra duro, el tercio medio pastoso y el tercio inferior lechoso.

De esa manera se va a promediar, la falta de capacidad de partir el tercio superior y la falta de concentración de almidón del tercio inferior, con la concentración energética y facilidad para partir los granos del tercio medio de la panoja (Figura 6.9).



**Figura 6.9.** Diagrama para la correcta toma de decisión del momento óptimo de corte de cultivos de maíz y sorgo granífero.

En algunos casos se comente el error de anticipar el picado de los cultivos, por miedo a no llegar a tiempo, o bien elegir maquinaria con una capacidad de trabajo muy limitada, sobre todo por la tentación de un bajo costo de adquisición.

Este punto debe ser tenido especialmente en cuenta sobre todo en las zonas de producción más

## Silaje

alejadas, o zonas tropicales en donde al momento no hay gran oferta de maquinaria de alta tecnología que permita hacer un picado eficiente en el momento preciso.

La primer pérdida que ocurre en esas zonas por adelantamiento del momento de picado, es una reducción en la concentración de almidón, teniendo en cuenta que el **adelantamiento de una semana en el momento óptimo de corte puede ocasionar la pérdida energética en megacalorías, similar a la necesaria para la producción de por lo menos 160 kg/ha de carne.**



**Figura 6.10.** En la fotografía se observa el agua que chorrea del material picado en forma temprana.

En líneas generales, se puede decir que cuando se adelanta unos días de la cosecha, además de esa pérdida energética se pierde alrededor de 1 ton de MS por ha y se transportan entre 5 y 8 ton de agua por cada ha picada, con el incremento en los costos que esto significa (Figura 6.10).

Cuando se confeccionan los silos esa agua tiende a salir del silo, y cuando se confeccionan bolsas es necesario eliminarlo para evitar que todo el silo se deteriore, teniendo en cuenta que **los efluentes eliminados en el silo contienen entre un 6 y un 8% de nutrientes solubles de alta calidad** (Figura 6.11). Además de las pérdidas económicas, estos efluentes provocan contaminación de napas.



**Figura 6.11.** Efluentes perdidos en un silo aéreo, con alto nivel de humedad.

Vale la pena agregar que uno de los factores que más influye en la fermentación para que tengamos riesgo de fermentación butírica, es el excesivo contenido de agua en el cultivo, o dicho de otra manera la dilución excesiva de los azúcares solubles responsables de la fermentación de los silos (Figura 6.12).

## Silaje



**Figura 6.12.** Se observa el "chorreado de jugos" sobre la picadora que trabaja en el picado de un cultivo de maíz temprano.

### 3 - Tamaño y uniformidad de picado

El tamaño de picado debe estar definido por varios factores tales como, el uso eficiente de la maquinaria, facilidad de la compactación, aprovechamiento de la energía aportada por el grano, la movilidad ruminal y el correcto aprovechamiento del forraje en los comederos.

**Es por ello que se define como correcto, un picado aproximado a los 1,5 cm, con el grano bien partido, que tenga entre un 7 y un 12 % de partículas de más de 2,5 cm pero nunca mayor a 8-10 cm (Figura 6.13).**



**Figura 6.13.** Pared de un silo con un correcto porcentaje de tamaño de partículas.

Una máquina con sistema de picado de precisión, con un material que se halle en su momento óptimo de cosecha y que tenga un mantenimiento normal, fácilmente logra esa proporción de largo y uniformidad de picado.

La explicación del porqué no se busca un tamaño menor es, porque cuando los tamaños de partícula tienen menos de 8 mm, la tasa de pasaje a nivel ruminal es muy alta pudiendo ocasionar falta de eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.

## Silaje

Desde el punto de vista de la maquinaria se debe tener presente que a menor tamaño de picado, mayor será la potencia necesaria a entregar al rotor, así por ejemplo para pasar de los 13 a los 6 mm en maíz, se necesita un aumento de la potencia del 35%.

El tipo de forraje que se pique también influye en gran medida en este aspecto, como valores extremos se puede mencionar que picar maíz con un 70% de humedad y con un largo de 13 mm, requiere 54% menos potencia que una alfalfa con un 60% de humedad y un largo de picado de 6 mm.

El porcentaje de partículas fuera del rango normal, se justifica por la necesidad en algunos casos de contar con fibra efectiva en la ración.

Cuando en épocas de escasez los animales llevan a comer sólo silaje, si no cuentan con fibra efectiva (tamaños de partículas mayores a los 2,5 cm), pueden presentar problemas de acidosis.

Aunque será explicado en detalle en el capítulo de utilización, cabe destacar que la fibra en el rúmen cumple la función de facilitar el rumiado para achicar ese porcentaje de partículas, con lo que obliga al animal a tragar saliva y con ello bicarbonato que ayuda a estabilizar el pH ruminal.

Otra de las funciones de las fibras es la de raspar (scratch), las paredes internas del rúmen limpiándolas y mejorando la capacidad de absorción de nutrientes a través de ella.

Por otra parte no es bueno que existan pedazos de forraje que excedan los 8-10 cm, ya que se puede llegar a ver un efecto de elección por parte de los animales en los comederos.

Si bien muchas veces se piensa que esos pedazos grandes sólo son chala sin valor nutritivo, se debe tener en cuenta que en su paso por el silo, se "mojan" con ácido láctico que es una gran fuente de energía, además de azúcares solubles y almidón aportados por lo granos, por lo que su eliminación genera pérdida de nutrientes (Figura 6.14).



**Figura 6.14.** Se observa en el comedero, pedazos mayores a 10 cm que fueron rechazados y que tienen adheridos a ellos nutrientes.

### Altura de corte

La altura de corte va a depender en cierta medida de la altura de la planta que se vaya a picar, considerando que si se trata de un sorgo de bajo porte, será menor que en un maíz de los denominados tropicales que tienen una altura considerable.

## Silaje

**En líneas generales se define la altura de corte adecuada en 50 cm o bien la altura de la rodilla (Figura 6.15).**



**Figura 6.15.** Correcta altura de corte, en donde se deja también cobertura y no se cosecha la hoja basal que está en contacto con el suelo (contaminante del silo).

Esto tiene varias explicaciones y fundamentos que se detallan a continuación.

En primer lugar, teniendo en cuenta la cantidad de forraje que se va a cosechar, no tienen sentido incorporar al silo la porción de forraje que contienen mayor contenido de agua y mayor contenido de fibra, considerando que la parte basal de las plantas de maíz contienen hasta un 80% de FDN, lo que ayudaría a deprimir el consumo de ese forraje.

Un método práctico, para verificar la altura en donde la fibra comienza a disminuir, es golpear con el filo de un cuchillo el tallo de los maíces o sorgos a diferentes alturas y cuando ese filo se introduce con facilidad en los tallos, nos indica que el nivel de fibra ha disminuido.

Por otra parte, la mayor cantidad de Potasio (K), se halla alojado en los primeros 30 cm del tallo y dejando esa porción en el lote estamos devolviendo fertilidad, además de agregar cobertura (de los 5 cm de tallo que se dejan), lo cual no es un detalle menor, sobre todo en tierras que son inestables desde el punto de vista de la erosión o bien en zonas tropicales en donde las precipitaciones son intensas.

El último factor a considerar, es que la primera hoja y la porción basal del tallo están muy contaminadas con tierra y cosechando esa porción de la planta estaremos incorporando tierra al silo, con el riesgo de favorecer una fermentación indeseable del tipo butírica.

Por último mencionaremos una razón mecánica que justifica la altura de corte de 50 cm, y es que cuando se transita en el lote, con vehículos, si la altura de corte es pequeña, se dejan con los tallos pequeñas púas que van a dañar los neumáticos de los vehículos que transitan en el lote, durante la cosecha, con el consiguiente desgaste e incremento en los costos operativos.

Cuando la altura de corte es mayor, las ruedas de los vehículos inclinan y tumban los tallos sin sufrir daños.

## Silaje

### Pérdidas durante el proceso de ensilaje

Las mermas producidas durante el proceso de ensilaje pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

1. Pérdidas en el campo.
2. Pérdidas por respiración (aeróbica).
3. Pérdidas por fermentación (anaeróbicas).
4. Pérdidas por efluentes.

### Pérdidas en el campo

Siempre que se trabaje con maquinaria de precisión y con cabezal recolectores adecuados, las **perdidas en el campo** serán reducidas.

Si bien la gran mayoría de la superficie de silaje se realiza con máquinas autopropulsadas, existen "nuevas zonas", donde estas máquinas aún no llegaron o bien están alejadas, por lo que aún se trabaja con maquinaria de arrastre.

Un punto a tener en cuenta, cuando se usan máquinas de arrastre pequeñas (Figura 6.16), es que los cabezales recolectores en hileras corten el forraje apenas toman contacto con él (cuchillas de corte en la parte más externa del puntón), ya que de otra forma se corre el riesgo de tumbar plantas con pérdidas de Materia Seca o bien de arrancar plantas e incorporar material con restos de raíz y tierra que contamina el silaje producido.



**Figura 6.16.** Picadora de un surco que no presenta sistema de corte en la punta del cabezal, con riesgo de ocasionar caída de plantas.

Además se debe tener presente que la planta esté "anclada" al piso, ofreciendo resistencia al paso de la máquina, y si a esto se le suma el hecho de que una planta se apoya en la que le sigue en el

## Silaje

surco, la resistencia es mayor aún, para lo cual las máquinas con cabezales con sistema de corte en la base de los puntones (que cortan cerca del embocador), consumen más potencia "topando y acarreado" el cultivo hasta que logran cortarlo (Figura 6.17).



**Figura 6.17.** Plantas enteras, caídas al picar y tumbar el forraje.

Los sistemas de corte de las máquinas que presentan el sistema de corte en la punta (parte más externa), del puntón, pueden ser cuchillas oscilantes o de discos y presentan otra ventaja adicional que permiten el corte más alto, pudiendo elegir adecuadamente la altura de corte correcta de acuerdo a los conceptos vertidos en la sección correspondiente (Figura 6.18).



**Figura 6.18.** Cabezal con sistema de corte en el extremo de los puntones y sistema de espalderas, que evita la caída y el arrancado de plantas además de menor requerimiento de potencia por no traccionar las plantas.

Otra de las ventajas adicionales es que cuando eventualmente se encuentran enmalezado, pueden por la altura de corte, escapar a esas malezas, mientras que las que tienen el sistema de corte en la base del puntón, deben trabajar cerca y paralelas al piso presentando en algunos casos inconvenientes por atascamientos ocasionados por las malezas, más incorporación de malezas a la masa del silo, teniendo en cuenta que éstas tienen un valor alimenticio menor y diferente al cultivo que se está picando y ensilando.

## Silaje

Como última ventaja, en lo referente a las máquinas de arrastre con cabezales en hileras, agregaremos que los cabezales que cortan las plantas en el extremo del puntón, permiten trabajar en cultivos con diferentes distancias entre surco, en tanto que las máquinas que cortan el forraje en la base del puntón, necesitan trabajar a una distancia fija, porque si no provocan mucha caída de plantas con la consiguiente pérdida de material.

Un avance que presenta muchas ventajas en las máquinas de arrastre, lo representan los cabezales rotativos que pueden cortar cultivos independientemente al distanciamiento entre surcos, de la misma manera que lo hacen las máquinas autopropulsadas (Figura 6.19).



**Figura 6.19.** Cabezal rotativo de una máquina de arrastre.

Dentro de las pérdidas de material se debe tener especial cuidado en los cambios de camiones, para que exista una buena sincronización entre el operario de la picadora y el chofer de los camiones, a los fines de tratar de evitar lo más posible que se tire forraje picado al suelo (pérdidas).

Si bien esa pérdida puede considerarse muy reducida, teniendo en cuenta que una picadora autopropulsada puede hacer un promedio de 1500 has, contando la cantidad de cambios de camión que se hacen en la campaña, la cantidad de forraje que se puede desperdiciar en su conjunto puede no ser menor.

Cuando se trabaja con maquinaria autopropulsada, los riesgos de pérdida de materia seca se minimizan, debido a que principalmente los cabezales de corte evolucionaron de tal manera que prácticamente no tienen limitantes, como se explicará en el capítulo correspondiente a maquinaria.

### Las pérdidas por respiración

Éstas dependerán en forma directa de tres factores

1. Distancia que exista entre el lote a picar y el lugar donde se realizará el llenado del silo (aunque este punto es ínfimo).
2. Frecuencia de llenado, o sea de la capacidad de trabajo de las picadoras y la frecuencia con que se cubren las sucesivas capas de silo compactado con nuevo material.
3. Velocidad con que se elimine el oxígeno de la masa del mismo, mediante la compactación del material ensilado.

## Silaje

A pesar de que en algunos trabajos se han descubierto producciones reales de materia seca causadas por fotosíntesis, incluso llegando hasta el 4° día posterior al corte, está muy claro que nunca llegarán a compensar las pérdidas de los azúcares durante la respiración.

Una vez que el forraje llega al silo, debe ser descargado y compactado lo más rápido posible para extraer el oxígeno y promover la fermentación. Si el llenado se produce en forma discontinua, ocurrirán demasiadas pérdidas durante el ensilado y se incrementará la inestabilidad del silaje al momento del suministro.

Resulta importante planificar el lote en el que se va a sembrar maíz para picado, ya que de la distancia que exista hasta el lugar de confección, dependerá el equipo necesario a contratar o dimensionar y lógicamente el costo de confección.

Lo ideal es confeccionar el silo cerca del lugar donde se tiene previsto realizar el suministro, para disminuir los gastos operativos y de personal durante el aprovechamiento, pero se debe dimensionar el equipo de picado y llenado del silo en forma adecuada, para que la frecuencia de llegada de material al silo sea continua, disminuyendo el efecto de pérdida por respiración.

Si se decide confeccionar el silo en la cabecera del lote, se ahorrará en la contratación de algunos camiones o carros extras, pero se estará incrementando la necesidad de recursos (maquinaria y personal), durante el tiempo que se suministre el forraje, con el agravante de que una falla en el momento del aprovechamiento puede acarrear serios problemas nutricionales y operativos.

En contraposición, también es conveniente que el lugar de confección del silo esté lo más cercano posible al lote, de este modo se disminuirán las pérdidas por respiración por una correcta frecuencia en el llenado del silo y el trabajo será más eficiente por no necesitar gran cantidad de acoplados forrajeros o camiones.

Por lo tanto la elección correcta del lote a sembrar deberá estar en función de las rotaciones necesarias en el campo y del lugar de confección, para de esa manera eficientizar el trabajo y disminuir las pérdidas en el proceso de silaje.

Una vez tomada la decisión sobre qué tipo de silo construir, se necesitará determinar dónde emplazarlo.

Cuando se evalúen diferentes sitios, se deberá buscar un lugar que posibilite la descarga del material sin problemas y que pueda colectar y canalizar los efluentes del silo en el caso de que éste tenga grandes dimensiones o que el contenido de humedad no sea el correcto, para no sólo evitar pérdidas por respiración sino también por mala fermentación.

Durante el compactado de un silo tradicional (bunker, torta, trinchera o puente), la forma ideal de trabajo es utilizando un tractor doble tracción equipado con una hoja frontal de baja altura y en lo posible con un tope en el hidráulico, para que no baje más allá de los 10 cm (Figura 6.20).

Es importante considerar que el trabajo continuo por tiempo prolongado, genera fatiga y distracción en los operarios y cuando los mismos bajan demasiado las hojas que se utilizan para acomodar el material, se corre el riesgo de mover el material que fue previamente acomodado y compactado (Figura 6.21).

Otro punto a considerar es el estado de los neumáticos del tractor, teniendo en cuenta que los

## Silaje

tacos de los neumáticos aumentan el peso específico en el punto de compactación, mejorándola y además evitan el patinaje en la superficie ya compactada.

Ese patinaje sobre la superficie del silo es perjudicial, ya que cuando el tractor patina y no tracciona va descompactando el material de las capas anteriores, generando zonas de baja densidad y mala fermentación (Figura 6.22).



**Figura 6.20.** Tractor muy utilizado para la compactación de los silos aéreos.



**Figura 6.21.** Si se pone un tope en los hidráulicos del sistema de desparramado, se facilita la operación del mismo evitando bajarlo a menos de 10 cm.



**Figura 6.22.** Cuando se baja demasiado la herramienta de desparramado o cuando no hay potencia suficiente se puede producir patinaje, creando zonas de baja densidad en el silo.

## Silaje

Otro punto a considerar es que todo el equipo de trabajo esté bien dimensionado, y que se cuente con la potencia necesaria para compactar adecuadamente el material que entrega la picadora.

A tal efecto una regla práctica indica que cuando se cuenta, en la compactación, con una potencia similar a la utilizada en el picado, el compactado va a ser eficiente, considerando que la habilidad de los operarios que pisen el silo, pueda disminuir el requerimiento de potencia necesario para el acomodado y compactado de forraje que se ensile.

Si se recuerda que el tamaño óptimo de picado es de aproximadamente 1,5 cm promedio, resulta muy fácil eliminar el aire por compactación de un material de ese tamaño, desparramado en capas finas de 10 cm como se explicó anteriormente.

Las técnicas de compactado dependerán del tipo de silo, pero si se cuenta con tractores con caja inversora, va a ser más eficiente en el pisado, ya que no será necesario "bajar del silo" para dar la vuelta, ni girar sobre él.

Cando se gira en ángulo muy cerrado sobre el silo, por lo general en algún momento los neumáticos arrastran material, generando también puntos flojos en la masa ensilada.

Un punto en el que se pone poca atención es cuando se baja del silo para dar la vuelta, teniendo en cuenta que se está más tiempo abajo del silo, para girar, que sobre el mismo para ejercer la compactación del material, necesitándose más tiempo y combustible para generar la misma densidad, que cuando se permanece siempre arriba del silo (Figura 6.23).



**Figura 6.23.** Los equipos con caja inversora permiten el trabajo en avance y retroceso haciendo el compactado más eficiente.

Trabajando en forma correcta, las pérdidas causadas por respiración son mínimas en silos que estén bien compactados y tapados, ya que se deben crear condiciones de fermentación anaeróbica lo más rápido posible.

Una vez finalizada la compactación, las bacterias aeróbicas continúan respirando hasta que se consume todo el oxígeno del medio. La tasa de respiración está regulada por la temperatura, acelerándose los procesos respiratorios a medida que ésta aumenta, hasta llegar a los 30° C.

A partir de este momento, siempre y cuando no existan chimeneas de entrada de aire, disminuye la respiración hasta que se inactivan las enzimas.

## Silaje

En los silos herméticos, tiene poca importancia el oxígeno existente entre la masa del forraje y solamente provocará un aumento térmico de 3 a 4° C, mediante la oxidación de no más del 1 % de la cantidad de azúcar existente en la materia seca.

Una pérdida que pocas veces se tiene en cuenta o que pocas veces se observa, es la de la periferia del silo o mejor llamada, capa de transición.

Si se observa detenidamente el perfil de un silo, se puede ver una coloración más oscura o marrón cerca de la superficie de éste, lo que indica entrada de aire.

Es por ello que las nuevas tendencias marcan una salida hacia silos súper compactados de hasta 850 kg/m<sup>3</sup>, para evitar esa sección de transición en donde el material perdió calidad por intercambio gaseoso antes de su estabilización.

En este punto se refuerza el concepto de la necesidad de compactar capas finas para no dejar puntos flojos (más aún en la superficie del silo), que permitan la entrada del oxígeno del aire (Figura 6.24).



**Figura 6.24.** Observando detenidamente la cara del silo, se puede ver el cambio de coloración cercano a la superficie expuesta, lo que indica intercambio gaseoso.

En los silos con picado desperejo y mal compactados, donde es difícil evitar el intercambio gaseoso con el medio, el silaje prosigue respirando, la temperatura se eleva, produciéndose desnaturación de proteínas, calentamiento y hasta cocinado del forraje, disminuyéndose considerablemente la calidad del silo, además de incrementarse notablemente las pérdidas de materia seca.

### Las pérdidas por fermentación

Se producen por la actividad de microorganismos que se desarrollan en condiciones anaeróbicas. Las bacterias, ya sean lácticas, acéticas o butíricas, utilizan los azúcares simples del jugo celular transformándolos en ácidos orgánicos e inhibiendo cualquier actividad microbiana posterior, logrando así la conservación del material.

Es conveniente que la fermentación que ocurra sea láctica, ya que utiliza del 3,8% al 14% de los azúcares del material puesto a fermentar; mientras que en la butírica consume el 24% y en la acética el 38%.

**La fermentación láctica es la más eficiente, ya que logra la acidez necesaria (pH 3,6 -**

## Silaje

**3,9), con un mínimo de utilización de energía, quedando el resto disponible para ser aprovechado por el animal.**

Las pérdidas en esta etapa ocurren generalmente por desconocimiento de la forma adecuada de trabajo.

**La compactación adecuada y rápida mejora las condiciones fermentativas y por lo tanto favorece una rápida fermentación láctica, con las ventajas que esto ocasiona en la estabilización del silo y la conservación del nivel energético del mismo.**

Como se explicó anteriormente, una vez eliminado el aire del interior del silo, las bacterias acéticas comienzan a multiplicarse en forma rápida, liberando ácido acético al medio y provocando el comienzo del descenso del pH. Cuando el medio se acidifica en exceso, comienzan a desarrollarse las bacterias productoras de ácido láctico, estabilizándose el silo a los 30 a 40 días aproximadamente.

Las bacterias ácido-lácticas pueden clasificarse en homolácticas y heterolácticas. Las primeras son más activas y eficientes en la producción de ácido láctico a partir de los azúcares, ya que no producen gas durante la fermentación, siendo nulas las pérdidas gaseosas durante este proceso. No así las heterolácticas, en las que el nivel de pérdidas producidas estaría en relación directa al material originario, ya sea glucosa a fructuosa.

Aunque el productor no pueda manejar qué tipo de bacteria predominará en el silo, es importante conocer que la presencia de bacterias homo o heterolácticas dependerá del cultivo ensilado, desarrollándose en el maíz y en el sorgo las homolácticas principalmente.

Existen condiciones, en las que los procesos fermentativos no son los descritos comúnmente, derivando en fermentaciones de tipo butíricas ocasionadas por varios factores, entre los que se destacan los clostridios. Los clostridios son promotores del ácido butírico y responsables de los silajes rancios, negros y de pH elevado. Incluso este tipo de fermentación puede provocar que los silajes sean tóxicos y causen enfermedades y hasta la muerte en los animales que los consumen.

En otros casos menos leves pero no por ello menos dañinos, pueden pasar restos de ácido butírico a leche generando maduraciones defectuosas de los quesos producidos, tal es el caso de animales que se alimentan en exceso con silajes de pasturas mal fermentados.

Las características más importantes de los silajes con clostridios son:

- pH alrededor de 5.
- Mayor cantidad de ácido butírico que láctico.
- Fuerte olor rancio.
- Color oscuro o negro.
- Pobre conservación del forraje.
- Elevadas pérdidas de materia seca en el silo.
- Bajo consumo de materia seca por parte del animal.
- Pobre utilización del nitrógeno por el rumiante.

Debido a que el Clostridium no tolera condiciones de baja humedad, su proliferación se ve favorecida con contenidos de humedad superiores al 30%.

## Silaje

También es menos resistente a pH bajos que las bacterias lácticas, por lo que se requiere un rápido incremento de la acidez para disminuir las pérdidas por fermentaciones butíricas.

La presencia de pH elevado en forrajes con elevado contenido de humedad, evidencia la actividad del *Clostridium* en el medio.

La contaminación con tierra del forraje mientras se realizan todos los procesos mecánicos, en la causa más común de este tipo de fermentaciones, teniendo en cuenta que los silajes de pasturas son los más susceptibles (Figura 6.25).



**Figura 6.25.** Diferencias de color de dos muestras de silos de pasturas, una con fermentación de tipo butírica (izq) y otra con fermentación adecuada (Der).

Eso se debe por lo general a que contienen una alta concentración proteica (nitrógeno) y menos concentración de carbohidratos solubles disponibles para la fermentación.

Sumado a que algunas veces no se ajusta debidamente el secado del forraje y que la contaminación con restos de bosteo es un riesgo permanente, cuando se ensilan cortes de lotes que fueron previamente pastoreados.

Con respecto a la tierra se debe tener en cuenta que en años secos y en lotes que están sobre la vera de algunos caminos, esa cabecera que está mas contaminada con tierra debería picarse primero, para que quede alojado el material en la parte basal de los silos aéreos o bien en el extremo de las bolsas, ya que son los que sufren mayores desperdicios y de esa manera no se van contaminando alternativamente diferentes sectores del silo confeccionado.

Los silos mal picados, también puede derivar en fermentaciones de tipo butíricas (Figura 6.26).

**Por último se debe remarcar que la contaminación con tierra, durante las labores mecánicas de confección del silo, incrementan los desperdicios producidos por clostridios.**

## Silaje



**Figura 6.26.** Silaje de sorgo mal picado con muestras incipientes de fermentación butíricas, por contener algunos tallos negros.

### Pérdidas por efluentes

El volumen de pérdidas por efluentes depende del contenido de humedad del forraje, del tamaño de picado y de la forma y estructura del silo.

Es importante que el material a ensilar posea alrededor del 65 - 70% de humedad y en algunos casos menos, como en los sorgos y los silajes de pasturas, considerando que si este porcentaje es superior se perderá por lixiviación una gran cantidad de "jugos" con un contenido estimado del 6 - 8% de materia seca de alto valor nutritivo, como los azúcares y proteínas más solubles.

En algunos silos se ha podido observar que aumenta el porcentaje de materia seca y de compuestos nitrogenados a medida que transcurre el tiempo, mientras que disminuye la concentración de azúcares. Además se ha demostrado que se pierden cantidades elevadas de elementos minerales con el efluente.

Otra desventaja, en la pérdida de efluentes, es que son un excelente medio para el desarrollo de los microorganismos benéficos del silo como las bacterias, además de que al existir pérdida del contenido celular, se crean condiciones para la proliferación de hongos y levaduras que disminuyen la calidad del silo.

Una de las causas mecánicas de generación de efluentes es el mal ajuste del sistema picador, como por ejemplo cuando se está confeccionando un silo de pasturas y no hay un correcto ajuste de las cuchillas con la contra-cuchilla y se produce ruptura de la pared celular con liberación de efluentes.

Las máquinas que tienen un sistema de picado precario, o bien no cuentan con un buen ajuste de la contra-cuchilla (como las de volante con cuchillas tangenciales), también pueden producir rotura de paredes celular y provocar la "aparición" de efluentes en el silo confeccionado.

Cuando se trabaja con embolsadoras y éstas tienen muy desgastado el sistema de alabes y peines, se corre el riesgo de triturar el material entre ellos, con liberación de jugo celular, incrementando el contenido de humedad en el silo, con una mala fermentación y pérdida de efluentes

La forma y dimensiones del silo influyen sobre las pérdidas por efluentes, ya que los silos muy anchos y de poca altura no retienen el contenido celular y por lo tanto se termina perdiendo, incre-

## Silaje

mentando el porcentaje de pérdidas, sumado al hecho de ofrecer mayor superficie de exposición, ocasionando un desperdicio en la periferia por elevada superficie expuesta.

Las efluentes generan fuertes olores y contienen grandes poblaciones de levaduras, hongos e incluso listeria.

La listeria es una bacteria causante de peligrosas enfermedades, tanto a los animales como al hombre.

En animales pueden provocar encefalitis, que es la inflamación de los tejidos cerebrales, alteraciones nerviosas, abortos y muertes. Estudios realizados en Inglaterra, demostraron que del 3 al 6% de los silos y aproximadamente el 22% de los rollos de henolaje empaquetado estaban contaminados con esta bacteria.

Para desarrollarse en el silaje, la listeria necesita oxígeno y pH cercano a 5,5. No crece en silajes bien conservados, donde el proceso fermentativo se ha cumplido en forma correcta.

Es muy probable que se encuentre en lugares donde haya un intercambio gaseoso, como en la periferia del silo, en el final de los silos-bolsa o cerca de las pinchaduras del plástico (Figura 6.27).



**Figura 6.27.** Pérdidas de efluentes en un silo de grandes dimensiones y detalle de líquidos perdidos.

Para prevenir el crecimiento de la *Listeria* en los silajes, se aconseja:

- Mantener las condiciones de anaerobiosis mediante una buena compactación y un correcto sellado.
- Permitir que el material ensilado fermente por lo menos durante dos semanas.
- Ensilar el forraje con un contenido de materia seca comprendida entre el 30 al 40%.
- Mantener limpio y drenado los alrededores del silo.
- Descartar el desperdicio de la periferia del silo, que mantiene contacto con el aire.

Estos últimos puntos deben considerarse y prever un sistema de drenaje cuando se confeccionan silos aéreos.

A la indicación de una pendiente del 2% cuando se confeccionan silos aéreos debe sumarse el sistema de drenaje, sobre todo en silos de pasturas ó bien en silos de grandes dimensiones en donde la pérdida de efluentes es muy común (Figura 6.28).

## Silaje



**Figura 6.28.** Sistema de drenaje en el lateral de un silo de grandes dimensiones.

### Método de almacenaje de los silos

Los silajes pueden ser confeccionados de dos maneras:

1. En estructuras aéreas
2. En bolsas plásticas

#### Estructuras aéreas

El primer punto a considerar cuando se confeccionan silos aéreos, es la eficiencia del aprovechamiento la cual está estrechamente ligada a las dimensiones de los mismos para disminuir las pérdidas, tanto de superficie expuesta como en la tasa de extracción por el consumo que se haga de él (ese último punto será tratado en detalle en la sección de extracción y suministro de los silajes).

Resulta importante tener en cuenta que el silo debe tener la mayor altura posible, siendo la limitante el sistema de extracción de que se disponga.

El fundamento de tener una altura considerable, es que siempre hay pérdidas por exposición del material en la capa que queda en contacto con la superficie, además de la superficie de transición que se explicó anteriormente, y cuando el silo tiene baja altura, esta cara expuesta y capas de transición toman mayor relevancia con respecto a la masa total ensilada (Figura 6.29).



**Figura 6.29.** Capas de pérdidas normales en silos aéreos.

## Silaje

Una consideración que se debe tener en cuanto a la altura, es que cuando se utilizan paredes, el silo no supere mucho el alto de esas paredes, debido a que la compactación en esos laterales va a ser defectuoso por impedir que se compacte debidamente, permitiendo que el agua de lluvia erosione esos laterales e ingrese al silo deteriorándolo (Figura 6.30).



**Figura 6.30.** Cuando el silo supera mucho en altura la pared, se puede complicar la compactación de los laterales, generando erosión de las mismas por causa del agua de lluvia.

El ancho mínimo, que debe tener un silo tipo puente o bunker, debe ser aquél que permita girar con el equipo que se utilice para el desparramado y compactado sobre la superficie del silo (en el caso que no se trabaje con tractores con reversor de marcha), sin necesidad de bajar al suelo. Esto es también muy importante, ya que de lo contrario, **cada vez que baje y suba nuevamente, el tractor le estará incorporando tierra al silo.**

Las mismas consideraciones son válidas para los camiones o carros forrajeros que vienen del campo. Nunca deben subir para descargar material sobre el silo, porque siempre se incorpora tierra a la masa ensilada.

El concepto de que de esa manera se agiliza el trabajo, es erróneo y no sólo se incorpora tierra al forraje sino que muchas veces ocurre que el camión o carro se queda atascado, patinando, escarbando y por consiguiente alterando toda la estructura compactada anteriormente (Figura 6.31).



**Figura 6.31.** No es bueno que los carros suban a la superficie del silo porque aportan tierra a la misma.

**Es importante tener en cuenta que con la tierra, se aportan esporas de bacterias del genero Clostridium, promotoras de la producción de ácido butírico.**

La forma correcta de descargar el material en el silo, es descargándolo en la base, y a partir de allí que el tractor que tiene la pala o uña frontal, sea el encargado de llevarlo hacia la parte superior de la estructura de almacenaje.

## Silaje

Cuando el equipo de trabajo se halla limitado y es inevitable la necesidad de subir a la estructura del silo, lo mejor es depositar una capa de material fresco en la base del silo, para que los tractores y carros o camiones puedan limpiarse los neumáticos en el material fresco (Figura 6.32).



**Figura 6.32.** El silaje debe ser descargado en la base del silo, y de allí trasladado por el tractor que acomoda en capas de 10 cm y pisa el material.

Otro punto a considerar en las estructuras de los silos aéreos, es si va a contar con paredes o pisos.

Para hacer paredes a fines de delimitar el ancho del silo, se puede utilizar cualquier tipo de estructura, desde tierra, rollos alambrados con hilos de alambre a poca distancia y nylon.

Lo importante cuando se construyen paredes, es que si el material que se utiliza lo permite (el cemento lo permite), tengan una leve inclinación hacia fuera para permitir el tránsito de los tractores lo más cerca posible de ellas, para que el lateral que queda contra la pared esté correctamente compactado.

Una de las precauciones que deben tomarse cuando se utilizan paredes de cemento, es la de controlar el estado de las mismas, cuando ya tienen unos 5 - 6 años de uso.

Dependiendo de la construcción y de los silos confeccionados, el ácido va penetrando en el interior del cemento deteriorándolo y pudiendo llegar a producir debilitamiento del mismo.

Un método práctico es raspar con una moneda la pared y verificar que el cemento no se descasque. De ocurrir esto será conveniente darle una mano de pintura tipo epoxi, para impedir que el ácido del silo siga entrando en él (Figura 6.33).

Un error muy común es la falta de compactación en contra de las paredes, por lo que al momento de la ocurrencia de lluvias el agua se puede filtrar entre el forraje y la pared, alterando las condiciones de equilibrio de ese sector del silo.

Otro de los errores que se cometen fácilmente, es cuando se construyen silos con paredes de tierra, se hacen fosas para levantar las paredes y dentro de la fosa se deposita el material para el ensilaje.

Una vez más diremos que, cuando llueve, el agua va a penetrar a la superficie de almacenaje y en

## Silaje

este caso no tendrá vías de escape, dificultando y en algunos casos impidiendo la extracción del mismo, con los inconvenientes que esto trae aparejado.

Si bien las paredes de los silos parece que fueran muy necesarias, un silo puede perfectamente ser confeccionado sin la construcción previa de paredes laterales, pero sí es conveniente pensar en una estructura para el piso, que en definitiva va a ser el que nos mejore las condiciones durante la extracción y nos determine que se pueda suministrar silaje durante todos los días que sea necesario, independientemente de las condiciones climáticas reinantes (Figura 6.34).



**Figura 6.33.** Cuando se utilizan estructuras de cemento es importante controlarlas periódicamente para corroborar que se hallan en buen estado.



**Figura 6.34.** Silo perfectamente constreñido si la necesidad de paredes laterales.

Teniendo en cuenta esto, se debe elegir para la construcción de los silos, un lugar de fácil acceso, alto bien drenado con suelo firme y de ser posible con una pendiente que permita el fácil escurrimiento, tanto de flujos como de agua de lluvia.

### Tapado del silo

Una vez finalizada la confección del silo, es conveniente proceder al tapado del mismo.

Una de las conveniencias de trabajar con tractores con reversor de avance, es que una vez determinada la altura inicial del silo, el mismo irá creciendo hacia adelante permitiendo el tapado de la sección que ya se confeccionó (Figura 6.35).

Otro de los puntos a considerar, es que, cuando el silo se tapa, la cobertura debería prepararse previamente en un galpón para luego enrollarla y plegarla, a los fines de que sea aplicada en el silo como una alfombra (Figura 6.36).

## Silaje



**Figura 6.35.** Se puede observar una sección del silo tapado, mientras que el mismo continúa llenándose de material. Esto es posible cuando se dimensiona previamente el silo, y se lo hace "crecer hacia adelante" no en altura.



**Figura 6.36.** La defectuosa colocación y sujeción de la cobertura de los silos aéreos provoca pérdidas económicas que son fáciles de evitar.

De esta manera se evita la formación de "burbujas" de aire entre la cobertura y la superficie del silo, minimizando el porcentaje de pérdidas en la superficie expuesta y alargando la vida útil de la cobertura plástica.

Para dimensionar la cantidad de nylon necesario para la cobertura de los silos, se tiene que calcular una superficie entre un 30-40% superior a la superficie de la base del silo, por la sujeción lateral, su curvatura y las uniones de las mantas (Figura 6.37).



**Figura 6.37.** Se puede observar que no existe capa de pérdida cuando la colocación de la cobertura es correcta.

## Silaje

Es importante sellar las uniones de las diferentes mantas plásticas que se usan para prevenir que entre ellas pueda entrar el agua de lluvia, concentrándose en algunas zonas del silo, ocasionando pérdidas de cantidad y calidad de forraje (Figura 6.38).



**Figura 6.38.** Correcta unión de las mantas plásticas de cobertura

Por último cabe destacar que, para sujetar las mantas se calcula una cubierta de automóvil por cada  $m^2$  de superficie, teniendo en cuenta que se puede utilizar cubiertas cortadas por la mitad, como una forma de reciclar su uso.

Un detalle a tener en cuenta es que esas cubiertas estén bien sujetas, para evitar que la cobertura plástica se rompa y permita la entrada de agua o bien, se embolse aire aumentando los daños ocasionados a la misma (Figura 6.39).



**Figura 6.39.** Cubiertas de auto cortadas al medio y debidamente colocadas y unidas entre sí.

Algunas veces también se usan envases vacíos de agroquímicos para sujetar las mantas plásticas, en dicho caso se los debe llegar de agua pero solo hasta la mitad de su volumen y ponerlos acostados, para disminuir el peso específico sobre la superficie del silo, para evitar que el plástico se perforo.

Un detalle que se debe tener en cuenta es que cuando se utilizan paredes en los silos que son altos, una manera de disminuir las pérdidas es que la cobertura plástica caiga por fuera de la pared, para que siempre evite la entrada de agua a la estructura de almacenaje (Figura 6.40).

## Silaje



**Figura 6.40.** La cobertura debe caer por fuera de las paredes cuando el silo supera la altura de éstas.

### Silaje de grano con alto contenido de humedad

El silaje de granos con alto contenido de humedad es una de las alternativas, que se presentan para el logro de forraje con altísimo contenido energético y producción individual, dentro del establecimiento.

Para lograr un silaje con alto contenido energético, se puede realizar de dos maneras:

1. Haciendo un silaje con una picadora convencional, pero elevando la altura de corte hasta la altura de la primera espiga, logrando alta concentración de granos.
2. Realizando una cosecha de granos para luego quebrarlo y compactarlo a los fines de lograr un silo altamente energético.

En la actualidad se utiliza casi exclusivamente esta segunda alternativa, por varias razones, pero siendo las principales la practicidad, un menor costo y mayor concentración energética.

El silaje de grano con alta humedad se realiza cuando éste tiene alrededor del 30% de humedad.

Este porcentaje se justifica, porque en ese momento el material aún tiene características que le permiten fermentar con una correcta conservación y mínima pérdida de energía.

El otro factor radica en que el grano, cuando tiene 30% de humedad, tiene mayor digestibilidad a nivel ruminal y su aprovechamiento a ese nivel es mayor, con una excelente concentración energética.

A medida que el grano madura y va perdiendo humedad, los gránulos de almidón se van recubriendo de una cubierta proteica, pero con un nivel de humedad próximo al 30%, esa capa proteica aún no se termina de formar.

Eso determina que para el aprovechamiento de los hidratos de carbono complejos (tal el caso del almidón), sólo haga falta que actúen las bacterias aminolíticas para su aprovechamiento en rúmen.

En el caso de demorar la cosecha del grano (ya sea maíz o sorgo), si el gránulo de almidón se recubre de su cubierta proteica, hará falta que actúen en primer término bacterias proteolíticas que disuelvan la cobertura, para que luego trabajen las aminolíticas en el proceso de aprovechamiento del almidón del grano, retrasando el proceso de aprovechamiento del almidón aportado por los granos a nivel ruminal.

## Silaje

Es real, que el porcentaje de humedad no es estricto, pero se debe tener en cuenta que si se trabaja más húmedo habrá menos concentración de energía en forma de almidón y más agua y cuando se trabaja más seco, la digestibilidad o aprovechamiento del almidón del grano a nivel ruminal disminuye.

Se debe tener en cuenta que no se debería trabajar en niveles de humedad por debajo del 24% ya que la digestibilidad a nivel ruminal baja, la fermentación no es buena y se favorece la actividad de microorganismos, que insumen energía en el proceso de fermentación disminuyendo la energía disponible al momento de la alimentación de los rodeos.

Dentro de las principales ventajas del ensilado de grano con alto contenido de humedad, se encuentran.

- Mayor digestibilidad a nivel ruminal de la energía aportada por el grano, dadas las condiciones descriptas anteriormente.
- Cosecha fácil y barata: En el momento en el cual es necesario cosechar el grano, aún es temprano para cosechar grano seco, por lo que la oferta de cosechadoras suele aumentar.

En el caso del grano no es necesario extremar medidas de limpieza, por lo que se prefiere realizar una cosecha sucia, antes que originan pérdidas por limpieza, teniendo en cuenta que la prioridad es la cosecha de la mayor cantidad de grano posible.

- Ahorro de gastos de flete y secado, ya que el grano se produce y se procesa dentro del establecimiento con una importante reducción de costos y mayor aprovechamiento del mismo.

Un punto no menor en cuanto al ahorro, es que al contar con maquinarias que parten y embolsan el grano en una sola operación, se reducen los costos de preparación de ración, respecto al grano seco, en donde muchas veces y dependiendo del lugar de digestión del grano que se desee lograr es necesario el quebrado de los grano antes del suministro agregando una operación más en el preparado de las raciones.



**Figura 6.41.** Bolsas de grano húmedo perfectamente aisladas para maximizar su aprovechamiento.

Si bien el sistema de almacenaje de grano con alto porcentaje de humedad embolsado se describe en detalle en el capítulo de embolsadoras, se debe tener especial cuidado al momento del aprovechamiento del mismo, con una buena tasa de extracción y aprovechamiento, dado que es un material inestable durante el suministro.

## Silaje

Otro punto a destacar, es que se debe planificar el consumo dentro del año de confeccionado, ya que cuando las bolsas comienzan a demostrar permeabilidad, este material tiende a deteriorarse con mayor velocidad que otros silajes (Figura 6.42).



**Figura 6.42.** Se debe tener especial cuidado con la conservación y extracción del silaje de grano húmedo debido a su inestabilidad.

Una utilidad estratégica del sistema de embolsado de granos con alto contenido de humedad, es la de aprovechar mayor cantidad de energía, en ensilajes de materiales que presentan alguna dificultad mecánica para el partido de sus granos, como es el caso de sorgo granífero.

Cuando se trabaja en la confección de silos de planta entera de sorgos graníferos, algunas veces se desaprovecha el grano, por una cuestión mecánica de falta de partido, con el agravante que al hacer análisis de laboratorio esa pérdida no está estimada, dando en la ración una energía aprovechable menor que la que se refleja en los análisis de laboratorio.

Es por ello que haciendo una estimación de la pérdida de granos por heces y agregando a la ración o al silo (al momento del suministro), la misma cantidad en grano húmedo, se estará asegurando que llegue a la boca de los animales la misma cantidad de energía, necesaria para alcanzar los niveles de producción estimados al momento de la elaboración de las raciones.

Teniendo en cuenta que el sorgo se va utilizando cada vez más como fuente de materia prima para la elaboración de silos energéticos, una práctica que da buenos resultados, es destinar alrededor del 30% de la superficie a ensilar para la producción de silaje de grano húmedo, para suplir la pérdida de energía por razones de mecánicas.

Siempre se debe tener en cuenta que la mezcla, de grano húmedo, con el silaje de planta entera, debe ser realizada al momento del suministro de la ración y no durante la confección de los silos.

## Silaje

### Factores y regulación de la cosechadora a tener en cuenta cuando se cosecha grano húmedo

\*(Ing. Agr. Juan Giordano; comunicación personal; jgiordano@rafaela.inta.gov.ar)

El cultivo debe cosecharse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica. En el caso del maíz: se determina cuando en el punto de inserción del grano con el marlo aparece una punta negra (necrosis de los vasos que conducen la savia); es coincidente en este período la desaparición de la línea de leche y en este momento el contenido de humedad se encuentra próximo al 30 %. En este estado la cantidad de nutrientes del grano es máxima y las condiciones para su preservación son muy buenas.

El grano no debe cosecharse antes de su madurez fisiológica, porque está demasiado húmedo e inmaduro afectándose el rendimiento de materia seca e implicará un importante consumo de potencia, tanto del cabezal como del resto de la cosechadora, además presentará inconvenientes de "empastado" de los órganos de trilla y separación, ocasionando elevadas pérdidas de granos, además durante la descarga suelen producirse también frecuentes trancados por empastado en zonas críticas, como ser codos de tubo de descarga o compactado del material, debajo del protector del sinfín de alimentación del tubo de descarga en el piso de la tolva de granos.

Por otra parte debemos fijarnos un tope inferior de humedad del grano a ensilar de 20 a 22 %, porque con esos niveles de humedad habrá menos posibilidades de lograr una buena compactación y fermentación. Esto no afecta directamente a la cosechadora, por el contrario, cuanto más seco el grano más fácil es trillarlo, pero peor la calidad de la reserva que lograremos. Por lo tanto para corregir posibles desfasajes debajo de este límite, se aconseja suspender la trilla durante el día y efectuar la labor durante la noche, en especial aprovechando el rocío, de forma tal de incorporar unos puntos de humedad por las condiciones del ambiente.

En general dentro de las humedades aconsejadas, no se presentan grandes dificultades, debiéndose realizar ciertas regulaciones, dependiendo si es maíz o sorgo y de las condiciones del cultivo al momento de la cosecha.

#### Maíz

- *Plataforma*: Debido a que la espiga se halla fuertemente adherida a la planta es necesario ajustar mejor la luz entre las chapas cubre-rolos, de la que se utiliza en condiciones normales de trilla, de esta manera facilitaremos el desprendido de la espiga del resto de la planta.

Los rolos espigadores del tipo de cuchillas enfrentadas, se adaptan mejor para este tipo de cosecha, porque consumen menos potencia que los otros diseños. Por el contrario, al final de la campaña cuando toda la planta está reseca y quebradiza, presentan el inconveniente de que aumentan la cantidad de tallos cortados, los cuales ingresan al sistema de trilla y separación pudiendo generar inconvenientes.

- *Cilindro/Cóncavo*: El cilindro debe trabajar a mayor velocidad, aconsejándose de 1.000 a 1.200 RPM. Otra modificación que puede realizarse es el forrado de los espacios libres entre los batidores del cilindro.

El cóncavo a utilizar es el tipo maicero, con una luz entre alambres de 16 a 18 mm.

Se deberá reducir la separación entre el cilindro y el cóncavo, permitiendo un ajustado ingreso de las espigas a los órganos de trilla (5 mm menor que el diámetro de la espiga promedio). De la misma

## Silaje

manera se mantendrá el efecto cuña a la salida, dejando una luz de trabajo de unos 5 mm menor, al diámetro del marlo de la espiga promedio.

- *Limpieza*: Trabajar con el mayor caudal posible de aire, orientándolo hacia el primer tercio de la zaranda superior. Si ésta es regulable, deberá tener una apertura entre  $\frac{3}{4}$  y la máxima, mientras que si es fija se debe utilizar la de mayor tamaño de alvéolo. La zaranda inferior debe ser de máximo tamaño de colado (19 mm), con inclinación que evite en lo posible la retrilla.

Cuando se observan pérdidas de granos adheridos a trozos de marlo a nivel de sacapajas, a pesar de estar forrado el cilindro se deberá disminuir la luz cilindro/cóncavo. Como consecuencia de ello, aparecerán una mayor cantidad de granos partidos y pasarán a la limpieza trozos pequeños de marlo adheridos a los granos. Puede en algunos casos retirarse la zaranda inferior para permitir llevar a la tolva todo el material remanente de limpieza, el cual posee restos de marlos y chalas, los cuales a finales de campaña de embolsado, pueden de esta manera aportar unos puntos de humedad, sin afectar en demasía la digestibilidad final.

### Sorgo granífero

- *Plataforma*: Se utiliza el cabezal sojero bloqueado, tal cual para trigo. Es necesario para facilitar la captación por parte del molinete que cuente con dientes plásticos de unos 35 cm de longitud y su separación no sea mayor de 15 cm. Estos elementos son indispensables para lograr sostener adecuadamente la panoja en el momento de corte y permitir su posterior ingreso a la batea, evitando la caída delante de la plataforma.

Otro elemento indispensable para evitar pérdidas de panojas es la pantalla posterior, ubicada sobre la visera superior del cabezal, la cual debe contar por lo menos con 45 cm de altura y extenderse todo a lo ancho del corte. De ésta manera se evitan las pérdidas por voleo detrás del cabezal.

- *Cilindro-cóncavo*: El cilindro debe trabajar a una velocidad de 1.000 a 1.200 rpm. El cóncavo que mejor se adapta es del sojero maicero, con una luz entre alambres de 16 a 18 mm.

- *Limpieza*: Si se produce el pasaje de semillas, adheridas en ramilletes, sólo es necesario que ajustemos la trilla hasta que puedan pasar por los alvéolos de la zaranda superior, pues normalmente no se utiliza la inferior.

En el caso del sorgo la humedad límite para embolsado es 19 %, de forma tal que si nos manejamos de la misma manera que en maíz, mediante cosecha nocturna y llevando a la tolva algunas partes de la planta con humedad, nos permitirá mejorar la fermentación en la bolsa, sin perder calidad.

## Picadoras

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

En las explotaciones eficientes dedicadas a la producción de carne o leche, el forraje conservado como silaje de maíz o sorgo, representa una excelente alternativa para el almacenaje y distribución de alimentos con alta concentración energética.

Este sistema además, permite la completa mecanización de la alimentación del rodeo, desde la confección hasta la extracción y suministro del forraje, haciendo más eficiente el uso de la mano de obra y diluyendo los costos operativos.

Otro de los aspectos interesantes, para la adopción del silo como método de conservación de forraje, es que el costo del kg de materia seca digestible de silaje de maíz es uno de los más bajos de todos los forrajes producidos en nuestro país, que complementado con pasturas, permite lograr lo altos niveles de proteína y energía que demandan una alimentación equilibrada y controlada.

**Los sistemas productivos de vanguardia, son los que pusieron al silaje de maíz como base de la alimentación de los rodeos, utilizándolo durante todo el año y ya no más como una reserva para las épocas de escasez forrajera.**

### Funciones básicas de las máquinas picadoras

A pesar de los diferentes tipos de picadoras que existen en el mercado mundial, las operaciones básicas de cada uno de estos implementos es más o menos similar.

El forraje es recogido por un cabezal, ya sea de andanas (tipo recolector), o de cultivos en pie (con surcos e independientes del distanciamiento en hileras de siembra) y transportado mediante los rodillos alimentadores, hasta el cilindro o volante que los pica en trozos pequeños y variables dependiente de las regulaciones permitidas por la propia máquina.

Algunos diseños poseen un mecanismo soplador o acelerador del forraje, independiente del sistema picador, que mejoran la calidad de picado en algunos casos, tal como se explicará más adelante.

Los mecanismos de impulsión o soplado, también permiten el trabajo de rodillos partidores de granos incorporados a las picadoras, que resulta sumamente importante para el aprovechamiento de los granos de maíz y sorgo, debido a que facilitan su digestión a nivel ruminal.

Luego de picado, el material es impulsado por el rotor picador o por el mecanismo de impulsión hasta el carro transportador o camión, que lo depositará finalmente en la estructura de almacenaje.

### Diferentes tipos de cosechadoras picadoras de forrajes

Si bien las máquinas picadoras de forraje se pueden clasificar en una gran cantidad de ítems, acotaremos estas clasificaciones y centralizaremos la atención, en la descripción de algunas ventajas de los sistemas de trabajo, más las picadoras autopropulsadas y sus características relevantes como así también adelantos e innovaciones tecnológicas de las mismas.

Una de las primeras clasificaciones posibles de realizar en las máquinas de picado de forrajes es:

1. Máquinas de picado simultánea al corte.
2. Máquinas que realizan el picado posterior al corte o recolección del forraje.

## Picadoras

### I - Máquinas de picado simultánea al corte

Las máquinas que cortan y pican en una operación simultánea son también llamadas de mayales.

Este tipo de picadoras poseen un rotor con su eje posicionado horizontalmente y perpendicular al sentido de avance de la máquina, dotado de cuchillas o mayales articulados (con un extremo libre), que al momento del trabajo, se ubican perpendiculares al eje de rotación debido a la fuerza centrífuga (Figura 7.1).

Estas cuchillas son de diferentes diseños según sea el objetivo a lograr, ya que para picar y lanzar el forraje hasta el acoplado o camión de acarreo en forma simultánea al corte, se deben utilizar cuchillas curvas que se adaptan perfectamente a esta doble función.

Cabe destacar que el material obtenido con el trabajo de estas picadoras no es el adecuado para la confección de silos, sino sólo para el suministro directo de animales que se encuentren estabulados, o bien cuando las condiciones de piso no son adecuadas para el pastoreo directo en donde es necesario "cosechar pasto diariamente" para alimentar un rodeo, sin dañar las pasturas.

Esto se debe a que el tamaño de partícula es excesivamente largo y desuniforme, dificultando en gran medida la compactación del material, sin dejar de mencionar el hecho que para la confección de silajes de pasturas, se requiere un oreado del forraje hasta alcanzar por lo menos un 75% de humedad, con lo que resulta imposible trabajar con este tipo de máquinas.

También se debe tener en cuenta que por más que se trabaje con suministro directo, el aprovechamiento del forraje será limitado, sobre todo en lo que respecta a la energía aportada por los granos, debido a que el daño sufrido por estos para su digestión a nivel ruminal es escasa.

Otras picadoras de este tipo, incorporan una segunda unidad de picado que sirven, además, para el impulsado del material hasta el acoplado forrajero.

Esta segunda unidad de picado consta de 3 o 6 cuchillas, que hace a la vez de impulsores o sopladores y una contra cuchilla que mejora en gran medida la calidad del trabajo, sin llegar a equiparar a las máquinas de picado de precisión.

La razón por la que estas máquinas no trabajan en forma del todo eficiente es que no tienen un mecanismo de sujeción del material al momento del corte.



**Figura 7.1.** Máquina de corte picado directo de forraje. A pesar de hacer un trabajo preciso, no es suficiente para alcanzar la calidad de picado para la confección de silos.

## Picadoras

Una vez picado el material por este sistema de cuchillas que permite obtener un tamaño de partícula menor que el de cuchillas curvas, es transportado por un tornillo sin fin hasta la unidad de segundo picado (cuando está presente), que simultáneamente los impulsa a los vagones forrajeros.

### 2 - Máquinas de picado posterior al corte o recolección

Las máquinas que realizan el corte o recolección y picado en operaciones separadas cuentan con un cabezal específico para cada cultivo (que serán descriptos posteriormente), una unidad de picado y otra de expulsión o soplado.

Dentro de las máquinas que realizan el picado posterior al corte se puede establecer la siguiente clasificación:

1. Picadoras con cuchillas radiales: De volante.
2. Picadoras con cuchillas superficiales: De cilindro.

#### I - Picadoras de volante (corte paralelo al eje de rotación)

En estas picadoras la orientación del eje de rotación de las cuchillas es paralela a la entrada del material, el cilindro que soporta y acciona las cuchillas es de gran diámetro y de ancho reducido.

Las cuchillas, no siguen exactamente los radios de la circunferencia, sino que tienen una ligera inclinación respecto a los mismos para que el corte sea progresivo, actuando a cada momento en un punto diferente de la cuchilla y contra cuchilla como elemento cortador al igual de lo que ocurre con una tijera.

Otra ventaja de este tipo de disposición de las cuchillas es la reducción de vibraciones, siendo más eficiente en el aprovechamiento de la potencia entregada por el tractor.

Como desventaja de estas picadoras, se puede mencionar la menor capacidad de picado con respecto a las del cilindro, menor prolijidad en el corte y menor eficiencia en el uso de la potencia del tractor.

Una de las razones por las cuales es menos prolijo el trabajo, es una mayor sencillez en los rodillos de sujeción del material, lo que con frecuencia originan problemas en la uniformidad de picado.

A ello se puede agregar que cuando se encuentran con alguna limitante en el soplado o impulsado del forraje, esto repercute también en el picado, ya que son ejercidos por el mismo rotor (Figura 7.2).



**Figura 7.2.** Sistema de picado de volante con cuchillas radiales que pican e impulsan el forraje en forma simultánea.

## Picadoras

### 2 - Picadoras de cilindro (corte perpendicular al eje de rotación)

El número de cuchillas con que cuentan depende principalmente del diámetro del cilindro, con una inclinación de las mismas respecto del eje de rotación de entre  $8^\circ$  y  $20^\circ$ , para eficientizar el aprovechamiento de la potencia y agilizar el flujo del material. En este punto conviene aclarar las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de disposición de cuchillas en el rotor picador.

Los cilindros que presentan cuchillas divididas en pequeñas secciones, presentan la ventaja que el recambio, cuando se produce alguna rotura, es mucho más económico debido a que se reemplaza sólo la sección dañada, con una disminución del costo de reparación, además de que por lo general están montadas sobre orificios alargados, que les permite retraerse ante un impacto, mejorando su seguridad y vida útil.

La desventaja de este sistema es que para cambiar las cuchillas se insume mayor cantidad de tiempo, por el número de bulones que es necesario ajustar.

En las máquinas que tienen cuchillas de sección continua, el recambio es más sencillo y rápido, debido a que tienen menor número de bulones de fijación.

Como desventaja, de este sistema, se puede mencionar que el recambio de una sección de cuchilla es más costoso y que el material procesado se va desplazando hacia uno de los costados de la cavidad en la que se encuentra alojado el cilindro, aumentando el desgaste en la chapa de uno de los laterales siendo necesaria la reposición más frecuente de la misma.

En ambos sistemas, el corte se produce progresivamente en cada punto del filo de la cuchilla, aumentando la vida útil del mismo y disminuyendo las vibraciones en la máquina.

En cuanto a los cilindros con cuchillas seccionadas en "V" presentan la ventaja de contar con secciones más grandes, por lo que su reemplazo es más fácil, el corte también se produce sobre cada punto de la sección, disminuyendo las vibraciones, y como desventaja, se puede mencionar que el material se va desplazando hacia el centro de la sección del rotor picador, aumentando el desgaste de la contra cuchilla en su parte media (Figura 7.3).

Como se aclaró parcialmente en un párrafo anterior, es importante destacar que cuando las cuchillas se encuentran paralelas al eje de rotación, el corte se realiza a golpes, mientras que cuando se encuentran inclinadas, el punto de corte se va desplazando progresivamente a lo largo del filo, reduciendo las vibraciones y la potencia consumida.

Dentro de las máquinas de picado con cilindro, es importante que éste tenga grandes dimensiones, ya que con un diámetro reducido, no es posible incorporar gran número de cuchillas a cilindro, por lo que se sufrirá un mayor desgaste del filo de las mismas y se logrará una menor calidad de picado en el tiempo.

Por otra parte se debe considerar también el ancho del cilindro picador, ya que éste limitará la capacidad de picado de la máquina al restringir el ingreso de material por la garganta del embocador.

Otra ventaja adicional es que, al tener un mayor ancho de cilindro, la lámina de material a cortar por las cuchillas será menor, aumentando la vida útil de las mismas, siendo más eficiente en el uso de la potencia y permitiendo un mejor trabajo de los rodillos alimentadores o bien aumentando la capacidad de trabajo total del equipo, en el caso de que se cuente con la potencia necesaria.

## Picadoras

Algunas máquinas picadoras realizan el picado y expulsión del material en una sola operación, en tanto que otras necesitan un mecanismo complementario para la elevación del forraje hasta la unidad de acarreo.



**Figura 7.3.** Diferentes tipos de cuchillas, Seccionadas en "V", continuas o enteras y seccionadas con ángulo.

Según estas características las máquinas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Cosechadoras de corte y lanzamiento.
- Cosechadoras de corte y soplado.

### **Cosechadoras de corte y lanzamiento**

Las máquinas de corte y lanzamiento, utilizan cuchillas giratorias y una contracuchilla para cortar el forraje en partículas del tamaño deseado.

Las cuchillas giratorias cumplen la doble función de cortar el forraje e impulsarlo hacia los vagones o camiones de acarreo.

El forraje se corta entre las cuchillas giratorias y la contra-cuchilla a medida que es alimentado por los rodillos que cumplen esa función.

Cabe aclarar que las máquinas de corte y lanzamiento pueden ser las de volante o rotor picador, y que una de las desventajas que presentan es que, ante un inconveniente en el soplado, se ve resentida la calidad del picado, además de que por su disposición, los rodillos alimentadores no pueden sujetar correctamente el material, lo que se traduce en un picado desperejo del forraje.

### **Cosechadoras de corte y soplado**

Este tipo de máquinas también utilizan un sistema de corte con cuchillas y contra-cuchillas, dispuestas en forma perpendicular al sentido de alimentación de la máquina, que posibilita regular el largo de picado, variando la velocidad de los rodillos alimentadores.

Una vez que el material fue picado pasa directamente o con la ayuda de un tornillo sin-fin de gran paso, al mecanismo de impulsión o soplado, que posibilita la carga del mismo a los acoplados de transporte.

Otra ventaja, de este sistema independiente, es que la velocidad del soplador o impulsor de forraje puede ser variada mediante un sistema de intercambio de poleas, con una mayor eficiencia en la expulsión del forraje y menor consumo de potencia en la operación de expulsión (Figura 7.4).

## Picadoras



**Figura 7.4.** Variación de la velocidad de soplado y expulsión en las máquinas de corte y soplado.

Este tipo de diseño permite la utilización de procesadores de grano, que consiste en dos rodillos estriados que giran a una velocidad diferencial de entre un 8% y un 20%, según los diseños, y se encuentran ubicados a la salida del rotor picador y antes de la unidad de soplado o expulsión.

Este aditamento incorporado en las picadoras de forraje de nuevo diseño, realiza un quebrado o dañado de los granos cosechados junto con el material verde.

De esa forma los animales realizan un mejor aprovechamiento de la energía disponible en el silo, debido a que las bacterias que habitan en el rúmen cuentan con una mayor superficie de ataque a los granos.

Todo este tipo de aditamentos para las picadoras de forraje son de suma utilidad, pero se debe tener en cuenta que siempre aumentan el requerimiento de potencia, el consumo de combustible o disminuyen la capacidad de trabajo, aunque cabe destacar que los nuevos modelos ya vienen equipados con sistemas de acople rápido de estos elementos permitiendo el montaje y desmontaje en pocos minutos, ya sea en máquinas de arrastre o autopropulsadas, haciéndolas más versátiles en el caso de que se alternen lotes de pasturas y maíz o sorgo.

### **Clasificación de las picadoras según su accionamiento**

- Montada.
- De arrastre.
- Autopropulsada.

### **Picadoras de forraje del tipo montadas**

Son eficientes en el uso de la potencia, ya que no consumen energía en el arrastre, pudiendo utilizar tractores pequeños para su accionamiento.

Además, al estar montadas en la parte trasera del tractor, mejoran la tracción permitiendo remolcar más eficientemente a los carros forrajeros, en el caso que estos se encuentren enganchados en el mismo equipo de trabajo.

El inconveniente principal para la adopción de este tipo de máquinas, radica en la baja capacidad de trabajo, ya que poseen un ancho de recolección reducido y un sistema de picado de baja capacidad.

## Picadoras

En la actualidad han aparecido picadoras de este tipo con mayor capacidad de trabajo, que pueden picar 4 surcos de maíz, pero que necesitan tractores bidireccionales para su utilización, o bien que éste cuente con TDP y levante de tres puntos delantero.

De todos modos, la capacidad de estas máquinas va a estar siempre limitada por el sistema de picado a volante.

### **Picadoras de forraje de arrastre**

Este tipo de máquinas resultan mucho más versátiles que las anteriores debido a que se les puede adaptar cualquier tipo de cabezal:

- Cabezal de corte directo para picado y suministro de pasturas en forma directa.
- Cabezal recolector de andanas para silajes de pasturas con un oreado previo y porcentajes de humedad del forraje que varían entre el 65% y el 75%.
- Cabezales en hileras para picado de cultivos en hileras como maíz o sorgo, que pueden variar en número de una a tres hileras.

A su vez, cada una de estas máquinas pueden ser de corte y lanzamiento directo o corte y soplado, con un requerimiento de potencia promedio de entre 100 y 180 CV dependiendo del ancho o número de surcos con el que trabaja el cabezal, el rendimiento del cultivo y el ancho del embocador de la picadora.

Generalmente se contabiliza la necesidad de entre 40 y 50 CV por surco de picado (Maíz), pero como se dijo anteriormente, teniendo en cuenta principalmente las condiciones del cultivo.

### **Picadoras de forrajes autopropulsadas**

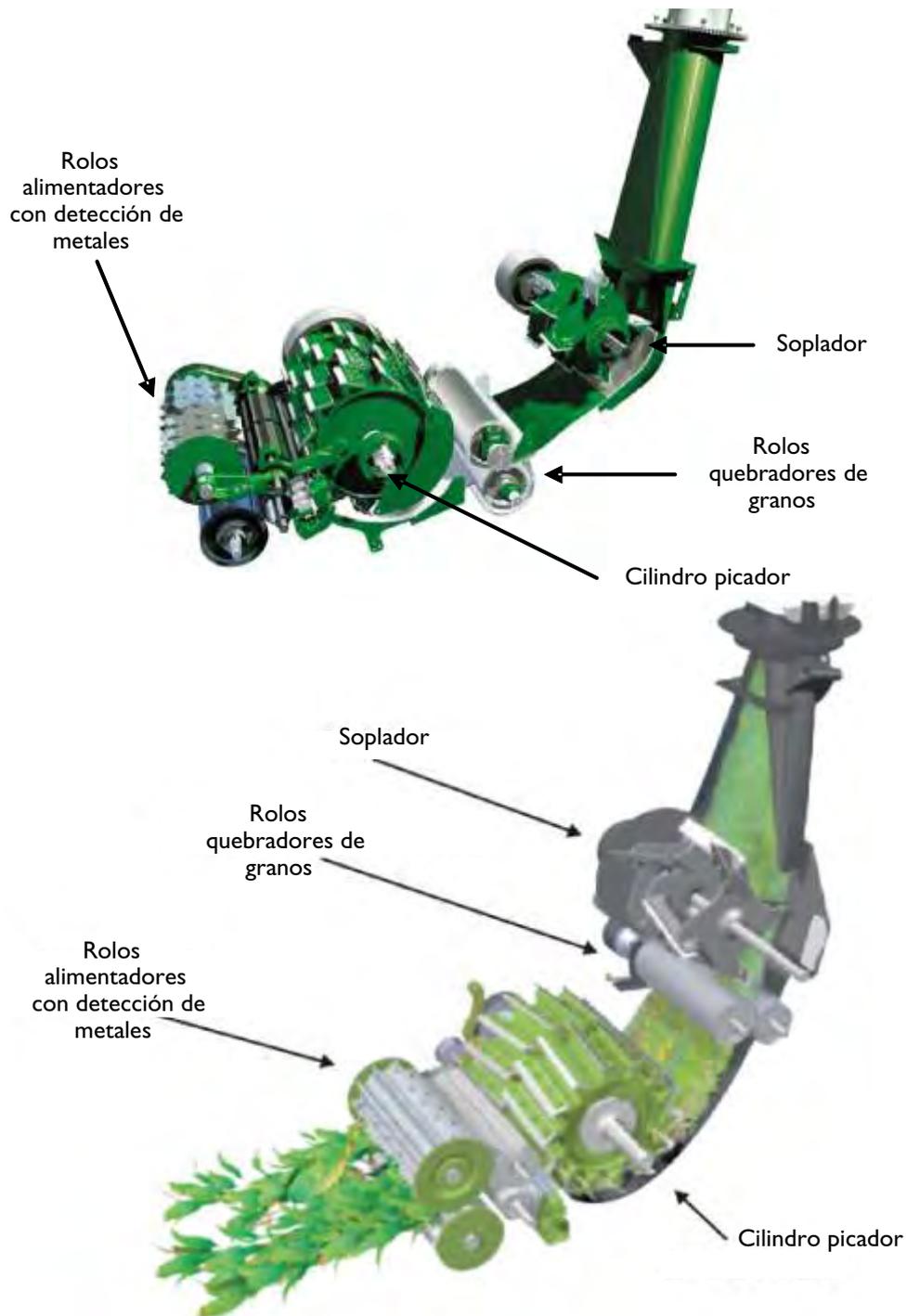
En estas picadoras (como en todas las descritas anteriormente), se pueden identificar algunas partes de funcionamiento básico:

- Cabezales.
- Sistema de alimentación.
- Sistema de picado.
- Expulsión o soplado del forraje

Independientemente de los diferentes diseños que muestran la picadoras autopropulsadas, siempre se debe buscar un flujo continuo del material por los diferentes componentes de la picadora.

Todos los cambios de dirección del forraje, generan pérdidas de eficiencia, que se puede traducir en un incremento en el requerimiento de potencia o defectos en la calidad de picado (Figura 7.5).

## Picadoras



**Figura 7.5.** Diseño de flujo del material, el cual ya está adoptado por todos los diseños de picadoras. Arriba: John Deere Ind. Abajo: CLAAS Ind.

### Diferentes tipos de cabezales para la cosecha del forraje

- Cabezal de corte directo.
- Cabezal recolector de pasturas andanadas.
- Cabezal de cultivos en hileras (maicero).
- Cabezal de cuchillas circulares contrarrotantes.
- Cabezal de recolección de espigas de maíz.

## Picadoras

### **Cabezal de corte directa**

Es utilizado principalmente cuando se desea hacer suministro directo del forraje con picadoras autopropulsadas, dada la necesidad de realizar un pre-oreado en la confección del silaje de pasturas. Si bien en algunos lugares se usa, no es muy común y fue reemplazado casi en su totalidad por los de cuchillas contra-rotantes.

Este tipo de cabezal, se utiliza para el trabajo con pasturas, cuenta por lo general con un molinete captador que alimenta a una barra de corte alternativa, y en los modelos mas modernos mediante discos con cuchillas cortas, las cuales entregan el forraje al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores del rotor picador.

### **Cabezal recolector de pasturas andanadas**

Estos cabezales poseen un recolector con dedos de acero y un sistema de copiado de altura similar al descrito en las rotoenfardadoras del capítulo de henificación, que recogen el material previamente cortado, acondicionado e hilerado, para entregarlo al sinfín y de allí a los rodillos alimentadores.

Es conveniente que el diámetro de este recolector sea reducido para facilitar un ingreso más fluido del material, disminuyendo el desprendimiento de hojas del material a picar, con lo que se incrementa la calidad del silaje.

En este punto es importante destacar que se lanzó recientemente a nivel mundial un diseño de recolector que cuenta con una tercera rueda copiadora central, que se encuentra ubicada en forma posterior al recolector eficientizando el copiado del terreno.

También existen máquinas que poseen un sistema de copiado, que le permite al conjunto del cabezal recolector más los rodillos alimentadores, pivotar sobre el eje de rotación del cilindro picador logrando una alimentación más directa y uniforme de la máquina, disminuyendo el riesgo de atoramientos y las variaciones en el flujo de alimentación, mejorando la calidad de picado y optimizando la utilización de la potencia.

Los diseños de recolector deben contemplar la característica de minimizar la utilización de los rastrillos y por ello se ofrecen en el mercado diferentes anchos de los cabezales de recolección.

Esto se debe a que dependiendo del ancho de corte se pueden recoger dos hileras en forma simultánea, sin necesidad de usar rastrillos.

Los mayores anchos que se están ofreciendo en este momento son de hasta 4,5 m.

Es importante que el recolector ofrezca la posibilidad de variar la velocidad de giro para poder coordinarlo con la velocidad de avance de la máquina.

Para tal efecto se debe considerar el diseño y diámetro del sinfín que transporta el material hacia la garganta del embocador, para asegurarse que el mismo tendrá suficiente capacidad de trabajo como para que permita un incremento en el caudal de entrada del forraje.

Dentro de los diseños de sinfín, es importante destacar la aparición de nuevos modelos que cuentan con dedos retráctiles en la sección central, para forzar la carga del material hacia la unidad de alimentación aumentando de esa forma la capacidad de recolección (Figura 7.6).

## Picadoras



**Figura 7.6.** Esquema de cabezal de recolección de pasturas pre oreadas, con cilindro acompañador del ingreso del material levantado por los dientes de recolección y un sinfín de alimentación con dedos retráctiles en el centro.

### Cabezal de recolección de cultivos en hileras

El ancho de este tipo de cabezales puede variar desde 1 hasta 8 hileras a 70 cm. y son utilizados por lo general, para el picado de maíz o sorgo granífero (Figura 7.7).

Los mejores cabezales para el cultivo en hileras, son los de diseño de puntones y capot de bajo perfil, ya que con una correcta regulación, son capaces de levantar plantas inclinadas o caídas para guiarlas hacia las cuchillas de corte.

El sistema de corte de los puntones, debe estar ubicado en el extremo delantero del mismo, para provocar el corte de la planta apenas la máquina toma contacto con ésta, disminuyendo el consumo de potencia necesario para el corte y el traslado del material, además de evitar que plantas arrancadas contaminen con tierra el forraje.

El sistema de corte más adecuado para este tipo de máquinas, es el de discos rotantes con bordes cementados, los cuales están montados sobre resortes, dándole la característica de autoafilarse a medida que se van utilizando.

Las plantas cortadas, son trasladadas hacia el sinfín por cadenas, siendo volteadas por su parte superior mediante unas guías regulables en altura de topado, provocando que las plantas entren en contacto con los rodillos alimentadores por su parte basal (caña) mejorando la capacidad de tracción de los rodillos.

Es fundamental que el diseño del cabezal contemple la mayor aproximación entre los discos de corte y las cadenas de acarreo, para que el material cortado sea desplazado lo más rápido posible del campo de acción de las cuchillas para aumentar la capacidad de trabajo de las mismas.

Los cabezales, siempre cuentan en conjunto con la picadora, de un sistema hidráulico de regulación de altura, de modo que se pueda realizar el picado del maíz o sorgo a diferentes alturas, permitiendo cortar, en el caso del maíz, en la primera espiga, para el caso que se pretenda realizar silaje con alta concentración energética.

Para facilitar y aliviar el trabajo de los operadores, existen palpadores en el puntón del medio que envían información para que se accione el sistema de "piloto automático", con lo que la máquina siempre seguirá exactamente la línea del cultivo, facilitando el trabajo en cultivos de gran porte, en curvas de nivel o bien en el trabajo nocturno.

## Picadoras

Otro de los equipamientos opcionales más modernos, es la incorporación de patines de gran sensibilidad para favorecer el copiado de terreno; sobre todo en condiciones difíciles de suelo, disminuyendo el riesgo de arrastre de puntones cuando el piso no se encuentra firme.

Para aumentar la capacidad de trabajo de los equipos de picado, las máquinas más avanzadas, cuentan con cabezales que permiten el plegado de los 2 puntones exteriores en ambos extremos, disminuyendo el ancho de transporte.

Si bien estos cabezales fueron muy utilizados en las últimas décadas o se encuentran reemplazados casi en su totalidad por los de cuchillas contrarrotantes, principalmente porque estos últimos permiten el trabajo en cultivos con diferentes distanciamientos en la líneas de siembra.



**Figura 7.7.** Sistema de cabezales de corte para cultivos en hileras.

### Cabecal de cuchillas contrarrotantes

Este tipo de cabezal cuenta con un sistema de corte y recolección simultáneo constituido por rotores con cuchillas circulares, dentadas, divididas en secciones para favorecer su recambio, las que permiten cortar cualquier tipo de material en pie, ya sea maíces, sorgos o pasturas.

Anteriormente estas cuchillas trabajaban en forma contrarrotante, pero en la actualidad, la mayoría gira en un mismo sentido pero a velocidades diferenciales, con los platos que hacen de alimentadores, dando al sistema mayor capacidad de trabajo y agilidad en la alimentación

Estas cuchillas están seccionadas para facilitar y hacer más económico su recambio, teniendo en cuenta que en el sector donde ejercen el corte están provistas de un tratamiento para endurecerlas y alargar su vida útil, con la consiguiente mejora en la eficiencia y reducción de los costos (Figura 7.8).



**Figura 7.8.** Sobre el borde del filo, se puede observar la sección que está con tratamiento para endurecer ese sector.

## Picadoras

Parte de la versatilidad de estos cabezales es la independencia del distanciamiento entre hileras de siembra e incluso cortando en contra del surco, reduciendo las distancias recorridas por los camiones o carros transportadores, mejorando la eficiencia de trabajo del equipo y disminuyendo el tiempo de llenado del silo.

Con este principio de recolección y gracias al incremento de potencia de las picadoras, ya se cuenta en el mercado con cabezales de hasta 7,5 m de ancho, que pueden trabajar con anchos de hasta 14 surcos a 52,5 cm de distanciamiento entre líneas de siembra (Figura 7.9), en Alemania existen ya picadoras con cabezales de hasta 10,5 metros de ancho.



**Figura 7.9.** Diferentes tamaños de los cabezales de surcos independientes, siendo el más grande que ingresó al país, de 7,5 m o 14 surcos a 52,5 cm.

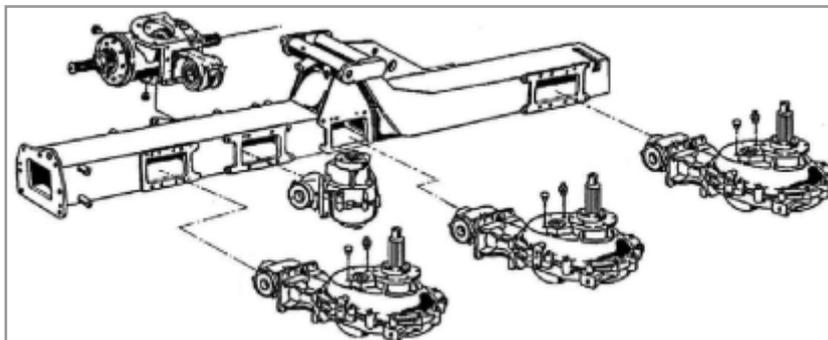
A los fines de mejorar la descomposición del rastrojo (y en algunos casos en donde sea inevitable cortar a baja altura) y preservar la vida útil de los neumáticos, también cuentan con planchuelas alojadas en la parte de debajo de los rotores que dañan el extremo de los tallos (7.10).



**Figura 7.10.** El daño de los tallos es conveniente para mejorar las condiciones agronómicas y mecánicas de los lotes picados. A la derecha planchuela que daña el borde del tallo.

## Picadoras

Los cabezales toman movimiento de un mando principal y desde allí éste es distribuido a cada uno de los rotores, los cuales cuentan con cajas individuales con embragues independientes (Figura 7.11).



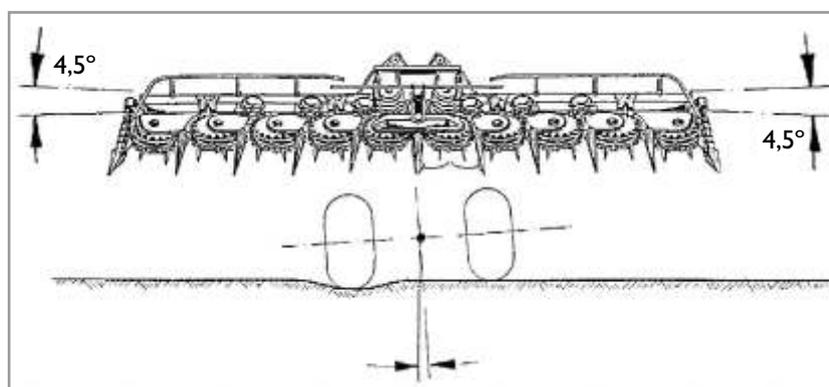
**Figura 7.11.** Diagrama de la distribución de la tracción a cada rotor.

Teniendo en cuenta que los grandes anchos de corte generan esfuerzos en los mecanismos, además de los rendimientos de materia seca que se van incrementando, es que se incorporaron embragues de las cajas de mando con refrigeración líquida (Figura 7.12).



**Figura 7.12.** Embrague de refrigeración por líquido de las cajas de mando de los cabezales rotativos.

Muchos de los cabezales, cuentan con un sistema de montaje sobre resortes que les permiten subsanar algunos problemas en los desniveles del suelo (Figura 7.13).



**Figura 7.13.** Esquema del sistema de montaje por resorte de algunos cabezales de picadoras.

Aunque recientemente también se están incorporando controladores de la inclinación, y

## Picadoras

patines laterales que son sumamente útiles para las zonas donde hoy se está alojando la ganadería, teniendo en cuenta además los anchos con los que están trabajando estos cabezales (Figura 7.14).



**Figura 7.14.** Regulación de inclinación y patín lateral de los cabezales.

Es importante aclarar que este tipo de cabezales no se adapta a la confección de silos de pasturas, debido a que dichos silos requieren un periodo de preoreado del material previo al picado, para asegurar las condiciones de fermentación.

Existe una salvedad en este punto referido a algunas zonas de ganadería tropical, en donde los intensos calores, hacen que en algún momento del día, algunas pasturas utilizadas para realizar silajes, presenten porcentajes de humedad cercanos al 60%, permitiendo realizar un corte picado directo de pasturas para destinarlas a la confección de silajes.

### **Arrancador de mazorcas de maíz (maiceros convencionales)**

Estos cabezales son utilizados para la confección de silaje de espigas con 30% de humedad también llamado "earlage", son los mismos que se utilizan para la cosecha de grano de maíz seco.

Trabajan traccionando la planta hacia abajo, haciéndola pasar entre dos chapas espigadoras, que dejan pasar el tallo pero desprenden la espiga, para que luego las cadenas de transporte las lleven hacia el sinfín y de allí a los rodillos alimentadores.

### **Unidad de picado**

Son componentes de la unidad de picado: el sistema de alimentación, la unidad de picado propiamente dicha, el mecanismo partidor de granos y la unidad de lanzamiento que elevará el forraje hasta el carro forrajero.

### **Alimentación**

Al cilindro picador debe llegar una capa uniforme de material firmemente sujetado, para evitar desgarros en el forraje mientras se produce el corte, disminuyendo el consumo de potencia e incrementando la calidad final.

Estas funciones del sistema de alimentación, son realizadas en general por 4 rodillos horizontales que actúan de a pares (dos superiores y dos inferiores) arrastrando el material hacia el interior de la picadora, hasta que es alcanzado por las cuchillas del rotor picador. Estos rodillos poseen diseños

## Picadoras

diferentes de acuerdo a sus funciones, ya que los delanteros o exteriores toman el material del recolector y el sinfín, entregándolo a los traseros o interiores que son los que controlan la entrada al cilindro picador.

La tensión con la que se sujeta el material está dada por un resorte o conjunto de ellos, con posibilidad de optar con diferentes niveles de resistencia, dependiendo de las necesidades requeridas por las características del cultivo (Figura 7.15).



**Figura 7.15.** Esquema de los resortes de tensión de los rodillos de alimentación.

Los cilindros inferiores son por lo general, de menor diámetro que los superiores correspondientes; el próximo al rotor con pocas acanaladuras o liso y suele contar con una cuchilla de limpieza para evitar que el material verde se arrolle en él, disminuyendo su capacidad de tracción, en tanto que el inferior externo lleva ranuras profundas para sujetar y arrastrar con fuerza el material entregado por el cabezal recolector.

La razón del rodillo liso y de pequeño diámetro, en la proximidad al mecanismo de corte, es que sirve para evitar el arrastrado de material hacia abajo, con lo que saldría de la acción de la cuchilla, además de impedir el doblado de los tallos largos cuando están próximos al rotor picador.

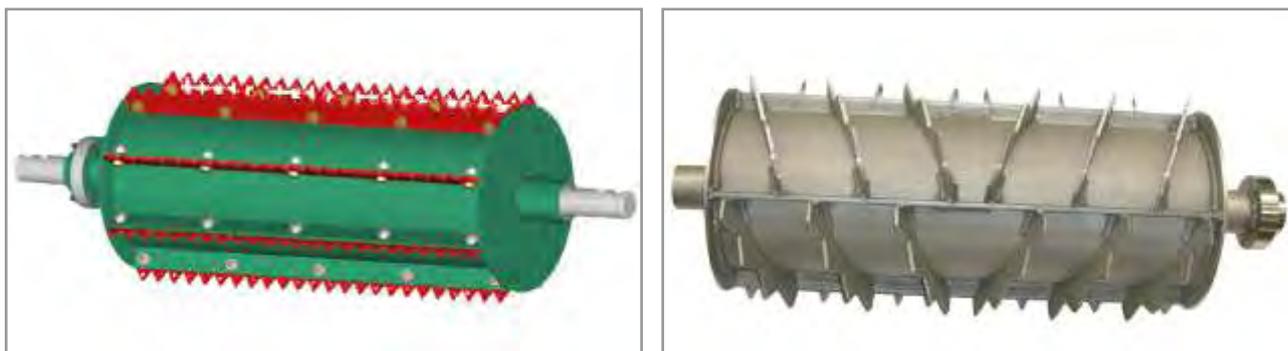
Los rodillos superiores son siempre acanalados y de mayor diámetro que los inferiores correspondientes, sobre todo el exterior, ejerciendo una presión hacia abajo que le permiten aprisionar el material, adaptando la apertura de la garganta a las variaciones del caudal de entrada de forraje.

En los nuevos diseños de picadoras, estos rodillos permiten una apertura diferencial a cada lateral de los mismos mediante un sistema tipo balancín, que le permite abrir más en el lateral que está recibiendo una mayor cantidad de forraje. De esta forma se asegura que por más que ingrese un caudal diferencial a cada extremo del embocador, todo el material quede bien sujeto en el momento en que se produce el corte de la cuchilla.

También se presenta la opción de que las dentadas, que presentan los rodillos alimentadores en su periferia, sean cambiables.

Esto representa un ventaja considerable cuando se trabaja en campos nuevos, en donde se corre riesgo de que esas barras se vayan doblando, disminuyendo con el tiempo su capacidad de tracción y además se baja considerablemente el costo de reparación y mantenimiento de esa parte de la máquina (Figura 7.16).

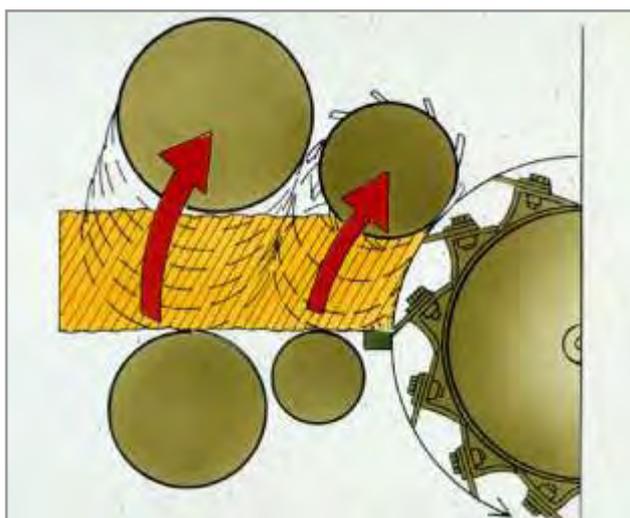
## Picadoras



**Figura 7.16.** Rodillo alimentador con barras cambiables (izq) y rodillo con barras espiraladas convencionales (der).

Otro de los movimientos que es de suma utilidad, es que en algunos casos los rodillos alimentadores no suben y bajan en línea recta, sino que van copiando el arco de giro del rotor picador.

Eso hace que cuando el caudal de forraje se incrementa, todo el forraje queda bien, aprisionado en contacto con las cuchillas de corte, característica que se potencia cuando se está trabajando con el picado de pasturas (Figura 7.17).



**Figura 7.17.** Movimiento radial del sistema de alimentación de las picadoras.

Una de las formas de modificar el tamaño de picado, es cambiando la velocidad de los rodillos alimentadores o variando el número de cuchillas del rotor picador.

Con una mayor velocidad en los rodillos alimentadores, se logrará un mayor tamaño de picado, debido a que entra un caudal de material mayor por unidad de tiempo y la velocidad del rotor picador no varía, haciendo que el forraje avance una distancia mayor entre el paso de cada una de las cuchillas.

Esta variación se puede hacer en forma mecánica con una caja de velocidades, en forma hidráulica, con infinitos puntos intermedios de velocidad de alimentación o con una variación con un sistema mixto, hidráulico – mecánico que le da infinitos puntos de variación intermedia, pero con una seguridad de caja mecánica (Figura 7.18).

Estos avances permitieron que en algunos casos, la máquina pueda variar automáticamente el largo de picado, dependiendo del porcentaje de humedad del forraje, mediante un sensor de humedad

## Picadoras

de la planta o bien un sensor NIRS colocado en el cabezal, que lee el índice de "verdor" de la planta y envía una señal que corrige el tamaño de picado para mejorar las características de compactación y fermentación en el silo.



**Figura 7.18.** Sistema de variación infinita de la velocidad de alimentación del forraje.

Se debe tener especial cuidado en el estudio de los cilindros alimentadores cuando se está considerando la adquisición de una nueva máquina picadora, debido a que el ancho y diámetro de los rodillos alimentadores tendrán un papel fundamental en la capacidad de trabajo del equipo.

### Detector de metales

Los detectores de metal son parte del sistema de alimentación y están constituidos por un mecanismo electromagnético, que se activan al ingresar un cuerpo metálico extraño a los rodillos de alimentación. Este mecanismo detiene el funcionamiento del cabezal (maíz o pasturas) y de los rodillos alimentadores en forma inmediata, evitando el ingreso del metal a la unidad de picado y por consiguiente la posibilidad de roturas severas.

En el rodillo alimentador inferior externo, se aloja un dispositivo, que genera un campo magnético entre los rodillos alimentadores externos (inferior y superior) que en algunos casos está desplazado hasta 30° hacia fuera, el cual al ser interrumpido por un cuerpo metálico detiene la alimentación de la máquina en forma instantánea y automática, en una fracción de 1/20 segundos.

En las máquinas de avanzada, una vez que se detiene la alimentación (por el detector de metales), se acciona desde el interior de la cabina o del monitor de control en las máquinas de arrastre, un interruptor que invierte el sentido de alimentación eliminando el forraje que aloja el metal.

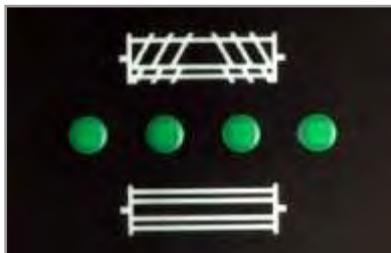
Cuando se trabaja con silaje de maíz o sorgo, el riesgo de entrada de materiales que puedan causar daño a la picadora es mucho menor, debido a que se recoge material en pie y éste nunca entra en contacto con el suelo, pero cuando se trabaja con la recolección de pasturas, este tipo de dispositivos es esencial para preservar el cuerpo picador de la máquina.

La sensibilidad del campo magnético puede ser variable de acuerdo a las necesidades. Por ejemplo en suelos con alto contenido de minerales ferrosos, se puede correr el riesgo de incrementar las paradas innecesarias.

Otra de las características interesantes de estos detectores de metales, es la de contar con un indicador lumínico que muestra en qué sección del ancho del embocador fue identificado el cuerpo metálico, para facilitar su extracción, aunque la manera más práctica de realizarlo es accionando el

## Picadoras

sistema reversionador del alimentador y eliminar toda la porción de pasto, para asegurar que el metal fue eliminado (Figura 7.19).



**Figura 7.19.** Indicador de la sección en la que fue detectado el cuerpo metálico.

### Inversor del sentido de alimentación

En el caso de que la picadora sufra algún tipo de atascamiento, por superar el caudal de entrada de material a la capacidad de picado o por haberse activado el detector de metales, es importante contar con un mecanismo que permita la inversión del sentido de giro de los rodillos alimentadores, para subsanar de esa forma el problema con mayor celeridad y evitar que el operario descienda del tractor, brindándole mayor capacidad de trabajo a todo el equipo además de una mayor seguridad para quien opera este tipo de implementos.

En todos los diseños de nueva generación, los inversores del sentido de alimentación se activan en forma automática, inmediatamente después de que el detector de metales haya interrumpido la misma, ayudando a eliminar los cuerpos metálicos.

### Rotor picador

Los diseños de los diferentes tipos de máquinas picadoras de forraje, han ido evolucionando para lograr una buena uniformidad en el tamaño real de picado, lo que significa que la longitud teórica calculada, sea igual al tamaño de partícula que realmente se obtiene.

Respecto a los diferentes diseños existentes en los rotores frontales que corresponden a las máquinas autopropulsadas, fueron descriptos anteriormente y es por ello que no se detallarán en esta sección, por poseer características comunes en cuanto a picado.

La limpieza en el corte, sin extremos desiguales o rasgados es otro punto que tiene una gran importancia, debido a cómo influye en la facilidad de movimiento del forraje al momento de la expulsión, disminuyendo el consumo de potencia utilizada por la turbina o soplador, además de facilitar la descarga de los acoplados y la compactación del silo (Figura 7.20).

Por todas estas razones, se concluye que la capacidad de picado de una máquina, estará dada, entre otras cosas, en función del ancho del rotor picador determinado también por la sección de la garganta del embocador, el número de cuchillas de corte y la velocidad de giro del rotor, sin descontar el mantenimiento del filo de las cuchillas y el ajuste de la contra-cuchilla para lograr un corte neto.

El número de cuchillas con que puede contar el rotor picador, está limitado por el diámetro del mismo, ya que determina el espacio disponible en el cilindro o rotor picador, que además de cortar el forraje debe facilitar la entrada y salida del material. A mayor ancho y diámetro del rotor picador, mayor será la capacidad de trabajo de la picadora.

## Picadoras

Cuando las cuchillas se encuentran muy próximas entre sí, dificultan el paso del forraje entre ellas y también el ajuste de los tornillos que las fijan al cilindro. Por el contrario, cuando hay pocas cuchillas, éstas deben tener una velocidad de giro mayor para mantener la capacidad de trabajo, con un tamaño correcto de picado.



**Figura 7.20.** Vista interna del corte picado del forraje que se traducirá en calidad del forraje producido.

En este caso se aprecia una tendencia a expulsar el material hacia abajo, disminuyendo la capacidad de trabajo y la velocidad de corte, con la consiguiente pérdida de calidad en el mismo.

Un punto a tener en cuenta es que cuando se utilizan pocas cuchillas en el rotor, el esfuerzo de corte se hace mayor, ya que es más difícil mantener el momento de inercia y los esfuerzos puntuales se incrementan.

Es por ello que, para variar el tamaño de corte, siempre se debe evitar quitar cuchillas de corte, haciéndolo desde las regulaciones permitidas por los rodillos de alimentación.

La velocidad de las cuchillas condiciona la capacidad de la máquina. El aumento de la velocidad del cilindro aumenta la capacidad, pero disminuye la eficiencia de trabajo por el mayor consumo de potencia que esto supone.

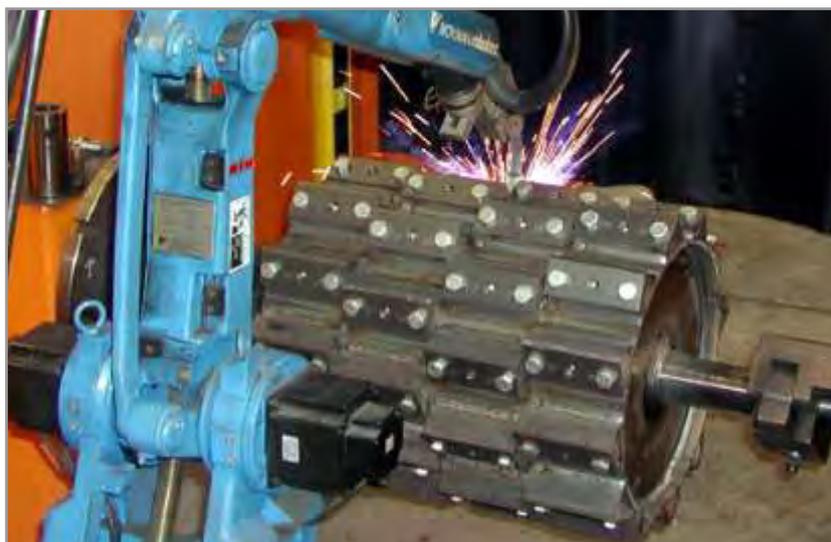
La potencia consumida por el rotor picador es la suma de las energías consumidas en el corte, aire movido, aceleración y rozamiento del forraje y la velocidad tangencial que es el factor que incrementa los requerimientos de potencia.

La mantención del número de cortes por minuto, que en definitiva es el factor que garantiza la capacidad de la máquina, se logra más fácilmente en las picadoras de cilindro que en las de volante, dado que la velocidad periférica aumenta linealmente con la velocidad de giro y en forma cuadrática con el radio.

Un detalle no menor, es que los cilindros picadores sean cerrados y con buen peso para hacer las veces de volantes de inercia.

La importancia de que sean cerrados, radica en que el forraje no se mete en su interior, por lo tanto no lo puede desbalancear ni se repica el forraje, por golpe y al ser cerrados tendrán un buen peso y hacen de volante de inercia para facilitar el rendimiento del motor y no desacelerarse con tanta facilidad al momento de ejercer el corte del forraje (Figura 7.21).

## Picadoras



**Figura 7.21.** Proceso de fabricación del cilindro picador cerrado y con alta inercia.

### Diseños de las cuchillas

Dentro del trabajo del rotor picador, se debe tener en cuenta que algunas veces es posible cambiar las cuchillas, de acuerdo al tipo de forraje que se está picando, habiendo disponibles cuchillas específicas para maíz o para pasturas, dándole mayor duración al filo de las mismas y por lo tanto siendo más eficientes en el mantenimiento y capacidad de trabajo del equipo.

El intercambio de las cuchillas es aconsejable, debido a que algunas presentan mejor desempeño, con cierto tipo de forrajes, en tanto que otras son más rústicas para condiciones de trabajo desfavorables como por ejemplo la cosecha de pasturas, sobre todo en lugares con suelo pedregoso (Figura 7.22).



**Figura 7.22.** Muestras de desgaste de cuchillas y contra-cuchillas en suelos con piedras.

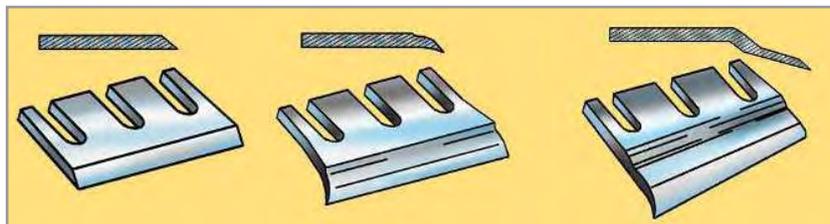
### Ángulo de las cuchillas

El ángulo de corte y el ángulo helicoidal, son otros factores importantes en la forma de las cuchillas. El ángulo de corte se define como el ángulo entre el borde biselado de la cuchilla y la superficie interna de la misma, que por lo general es de  $30^\circ$  a  $45^\circ$ . Un ángulo de corte más pequeño, provee un corte más uniforme, pero si es mayor opondrá mayor resistencia con una pérdida prematura del filo.

El ángulo helicoidal es el formado entre la contra-cuchilla y el borde cortante de la cuchilla giratoria. Este ángulo está diseñado para proveer un flujo suave y eficiente de material, pero con una

## Picadoras

necesidad de potencia más uniforme durante todo el ciclo de corte de cada cuchilla. Un ángulo helicoidal de 8° a 20° es común y reduce en gran medida el impacto de las cargas en la contra-cuchilla y la transmisión (Figura 7.23).



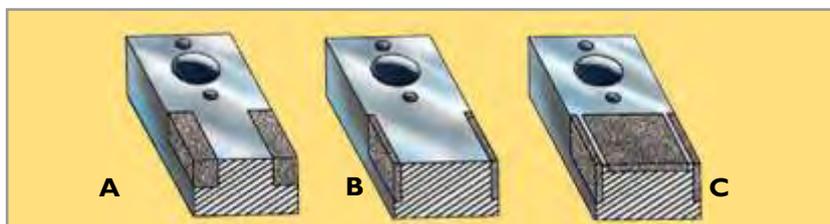
**Figura 7.23.** Diferentes tipos de cuchillas para eficientizar el trabajo: pasturas, cuchillas rectas para maíz o sorgo, cuchillas anguladas para maíz y sorgo.

### Contra-cuchilla

La contra-cuchilla, soporta la misma presión de trabajo que todo el conjunto de cuchillas móviles y por ello se le debe prestar especial atención para mantener la precisión de trabajo.

Es por ello que, la calidad del material, la posibilidad de utilizar todas las caras en el corte y la separación con las cuchillas, son factores que ayudan a mantener la calidad del corte.

De la misma manera que existen cuchillas específicas para cada tipo de forraje a picar, también ocurre con las contracuchillas, encontrándose diseños que son mejores para trabajar con pasturas, mientras que otras son más aptas para hacerlo con maíz o sorgo (Figura 7.24).



**Figura 7.24.** A pastura, B maíz, C trabajo pesado con mucho índice de desgaste.

Es de vital importancia mantener ajustada la distancia entre cuchillas y contra-cuchilla; de esa forma se reduce el consumo de potencia, se retarda el desgaste de las cuchillas y se logra un corte neto y más uniforme (Figura 7.25).



**Figura 7.25.** Mecanismo de ajuste de la contracuchilla.

## Picadoras

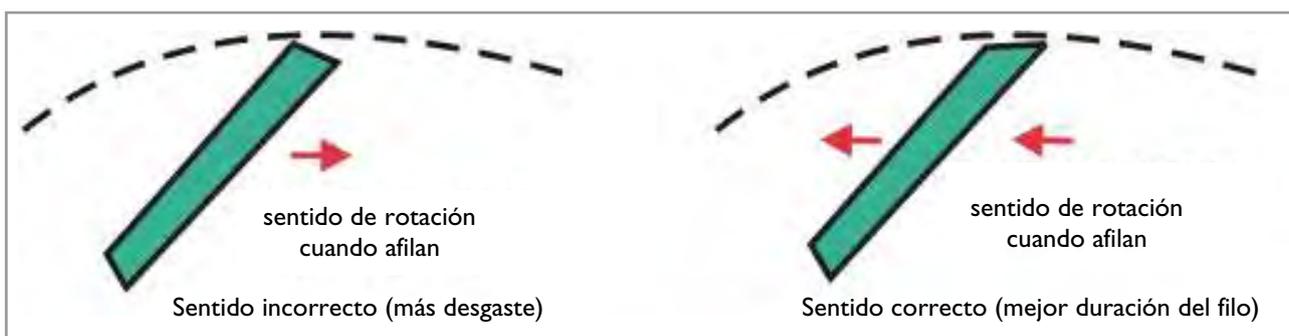
Para tal efecto las máquinas están equipadas con un sistema automático de ajuste de la contra-cuchilla fija.

El mismo consiste en un doble comando que va arrimando la contra-cuchilla contra las cuchillas, que se encuentran en movimiento, y mediante un sensor de vibraciones detecta el mínimo contacto de la contra-cuchilla con éstas, regulando en forma automática, la menor distancia posible, para garantizar un corte neto por mayor cantidad de tiempo

Como ejemplo diremos que, una separación que pase de 0,05 mm a 0,4 mm con una cuchilla poco afilada, puede llegar a triplicar la potencia requerida por una máquina correctamente puesta a punto para picar el forraje, con el agravante de una marcada disminución de la prolijidad del corte.

Una manera práctica de verificar la calidad del corte es poder apreciar los extremos de los pedazos de forraje picado, viendo que no se haya deshilachado en el extremo de las nervaduras de las hojas. Otra forma más grosera de verla, es que a la salida de la descarga de la picadora se tiene que observar un flujo continuo de material y que no vuelen partículas desde esa descarga. La voladura de partículas indica mayor rozamiento con el aire, lo cuál es producido por la falta de un corte neto en el picado del forraje. Es por ello que no existe una receta fija para la frecuencia de afilado de cuchillas, las cuales se deben hacer siempre que se observe falta de prolijidad en el corte y picado. Siempre se debe considerar que es preferible realizar varios afilados durante el día, con menos pasadas de piedra que un afilado prolongado una o dos veces al día. Esto es porque de esa manera, se mantiene la calidad de trabajo, se conserva la vida útil de la cuchilla, contra-cuchilla y piedra de afilar, además de tener un ahorro en el consumo de combustible.

Siempre que se hayan afilado las cuchillas, se debe arrimar la contra cuchilla para completar la prolijidad de trabajo. Uno de los factores que aumentan la vida útil de las cuchillas es la inversión en el sentido de giro del rotor picador, para proceder al afilado. Esto hace que el filo sea más fino, dure más, con menor desgaste (Figura 7.26).



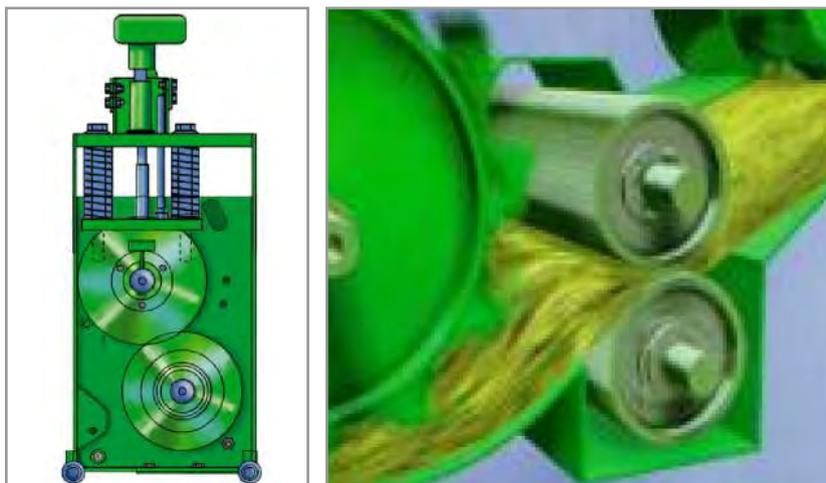
**Figura 7.26.** Sentido de giro de las cuchillas durante el proceso de afilado de las mismas.

### Mecanismo procesador de granos

Es un equipamiento que se encuentra alojado en forma posterior al rotor picador y se utiliza para el partido de los granos, a los fines de mejorar su aprovechamiento a nivel ruminal.

Consiste en dos rodillos acanalados que se encuentran entre el cilindro picador y la unidad de lanzamiento o expulsión, entre los que pasa el forraje y que poseen una velocidad de giro diferencial del 20%, ejerciendo el quebrado de los granos (Figura 7.27).

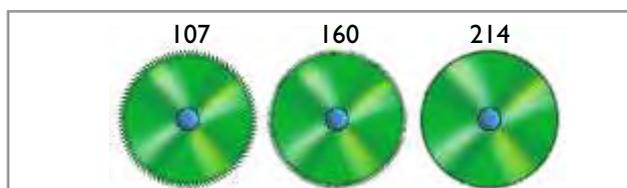
## Picadoras



**Figura 7.27.** Esquema del mecanismo partidor de granos.

Este quebrado de granos, es mucho más eficiente cuando se trabaja con maíz que cuando se lo hace con sorgo, pero ya están ofreciendo partidores con nuevos diseños y dientes de quebrado que traban en forma eficiente con el grano de sorgo.

A tal efecto existen dos opciones, rodillos de más diámetro y diseño de los dientes diferentes o bien diseños de rodillos en forma de engranaje que aumentan la superficie de contacto, haciendo que se parta mejor el grano del sorgo (Figura 7.28 – 5.29).



**Figura 7.28.** Diferentes diseños de rodillo que pueden ser cambiables para permitir el quebrado del sorgo.



**Figura 7.29.** Intercambiando los rodillos partidores.

### Diseño de rodillo para el partido del sorgo

Teniendo en cuenta el desgaste que sufren los rodillos, es que han sido diseñados de tal forma que permiten cambiar la vaina de los mismos, sin necesidad de recambio de los rodamientos y los elementos que los traccionan, disminuyendo los costos de reposición.

Además algunos de ellos tienen cubierta de cromo endurecido, que les favorece para el aumento de la vida útil del mismo, disminuyendo los costos de reposición y reparación

## Picadoras

Se debe tener en cuenta que el requerimiento de potencia, de este tipo de aditamentos en las picadoras, es alto y es por ello que los diseños de avanzada permiten retirar con facilidad estos rodillos en el caso de que no resulte necesaria su utilización, con el consiguiente aumento de la capacidad de trabajo y disminución de la potencia consumida.

Actualmente no sólo las máquinas autopropulsadas cuentan con este tipo de aditamentos, sino también máquinas de arrastre con cabezales de tres surcos para maíz, que cuentan con procesador de grano aumentando de esa forma sus prestaciones.

Es importante destacar la importancia de la utilización de este tipo de aditamentos, la cual radica en el aprovechamiento de la energía aportada por el grano a nivel ruminal, ya que las bacterias pueden atacar más fácilmente el sustrato debido al quebrado de los granos.

Otra de las ventajas, es el aumento de la población bacteriana debido al efecto de laceración de los tallos que producen los rodillos, por lo que se facilita el inicio de la fermentación, mejorando la calidad total del silo

### **Lanzador, soplador o acelerador del forraje**

Una vez realizado el picado del forraje, se procede a la elevación del mismo a un nivel superior para el llenado del camión o acoplados forrajeros, y como se mencionó anteriormente, existen algunos diseños de máquinas que no tienen suficientes revoluciones en el cilindro o que utilizan partidores de granos, que no permiten la impulsión en forma directa.

Para esta operación se recurre a un lanzador que puede ser definido como un volante de diseño sin cuchillas de corte.

Para evitar los problemas de pérdida de energía por fricción, se realiza la entrada del material al lanzador por la parte inferior de la unidad y es impulsado a una velocidad próxima a la velocidad periférica del rotor, lo que en ausencia de aire permitiría teóricamente, alcanzar una altura en metros igual al cuadrado de la velocidad de giro dividido 2,  $[Vg^2/2]$ .

En condiciones reales esta altura es mucho menor, debido a la resistencia de la fuerza de rozamiento con el aire.

El ancho de la tubería es un factor a tener en cuenta, ya que las partículas ceden parte de su energía al aire, lo que quiere decir que en los dos tercios inferiores del canal, la descarga se realiza por la expulsión y por soplado, más la aceleración del material, en tanto que en el tercio superior la fuerza predominante es la succión del aire.

En el caso de que la tubería sea excesivamente ancha, esa energía cedida al aire se pierde, con el consiguiente aumento de la potencia requerida para la expulsión.

La energía necesaria para el funcionamiento del lanzador, es equivalente a la necesaria para una picadora de volante descontada la necesaria para el picado del forraje (Figura 7.30).

Alrededor del 30% de la energía que está en el proceso de picado corresponde al soplado y expulsión del material, y es por ello que se presentan modelos con velocidades diferenciales de soplado, para utilizar aumento de grandes requerimientos de potencia en condiciones de cultivo difíciles.

## Picadoras



**Figura 7.30.** Esquema del acelerador o soplador de forrajes de las máquinas picadoras.

Los diseños de sopladores o aceleradores de forraje tienen un rotor con paletas, que en sus extremos cuenta con un suplemento parecido a los de las cuchillas de corte.

Es necesario que el ajuste de esos suplementos sea preciso y esté bien arrimado al fondo del alojamiento del rotor, para evitar pérdidas por fricción de material con el fondo o bien turbulencias, que incrementen la demanda en el soplado o aceleración del forraje.

### **Adelantos tecnológicos de las máquinas picadoras**

#### **Sistema de análisis de calidad de forraje**

Dentro de los adelantos presentados en los últimos tiempos, en cuanto a máquinas de picado autopropulsadas, se encuentran innovaciones tendientes a mejorar en gran medida la calidad y capacidad de trabajo.

Una de ellas consta de un medidor de humedad de forraje, además de un sistema NIRS o análisis de calidad de forrajes por método infrarrojo cercano (Figura 7.31).



**Figura 7.31.** Sistema de medición de calidad de infrarrojo cercano (NIRS), montado en el sistema de descarga de la picadora.

## Picadoras

La medición de humedad permite ir corrigiendo el tamaño de picado en tiempo real si es que la máquina tiene activado el sistema, en tanto que el método de análisis de calidad, no sólo sirve para saber la calidad del forraje que se está cosechando, sino que además, permite ser desmontado fácilmente de la picadora y utilizado dentro del establecimiento agropecuario, para estimar calidad de cualquier componente de los alimentos (Figura 7.32).



**Figura 7.31.** El mismo aparato se desmonta de la picadora para ser utilizado, en los establecimientos para medir calidad de otros forrajes.

Estos sistemas de análisis de calidad por lo general están montados en el sistema de descarga de las picadoras y son de muy fácil acceso

### Monitor de rendimiento

Mediante un sensor de flujo de forraje y corrigiendo con el porcentaje de humedad, se puede hacer a través de un sistema de posicionamiento global (GPS), un mapa de rendimiento del forraje (incluso corregido a materia seca), para cada lote cosechado (Figura 7.32).



**Figura 7.32.** Ubicación de sensor de flujo de forraje.

## Picadoras

Esta es una herramienta con la que hasta hace poco no se podía contar y en la actualidad constituye un adelanto sustancial para el cálculo de raciones, presupuestación forrajera y el cobro con un método sencillo y justo del trabajo cuando se contrata el mismo con terceros.

Algunas máquinas cuentan con el sensor de flujo de forraje, los cuales envían la información a un monitor, que recibe además la posición exacta de ubicación mediante una antena satelital, teniendo de esa manera las herramientas para elaborar el mapa de rendimiento (Figura 7.33).



**Figura 7.33.** Monitor que capta la información del sensor de flujo (der) y de la antena GPS (izq).

Uno de los aditamentos incorporados, es una impresora que entrega ticket con la información de superficie trabajada y tonelada de material picado, para hacer de esa manera el cobro del servicio, lo que agrega agilidad y transparencia al negocio del picado (Figura 7.34).



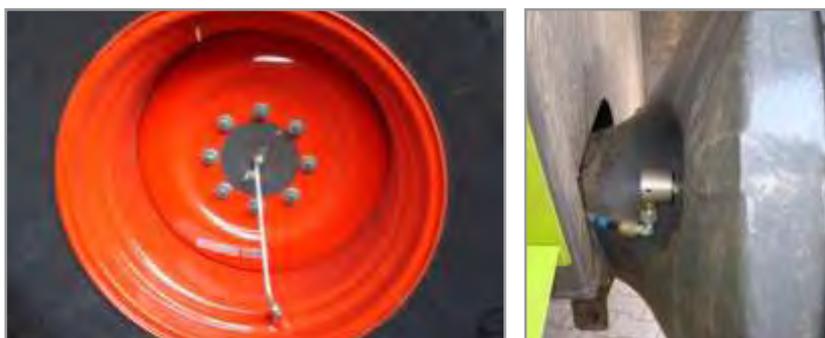
**Figura 7.34.** Sistema de impresión para entregar información al instante, del trabajo realizado.

Otras novedades tecnológicas en el tema picadoras de pronta aparición, es el tema del "Auto Scan", el cual permite variar el largo del picado del material, según el estado del mismo (Figura 7.35) y la posibilidad de que la máquina disminuya o aumente en forma automática la presión de sus neumáticos, según el cabezal se encuentre trabajando o no (Figura 7.36), además de los nuevos diseños de cabezales con el rotor de corte vertical, lo cual aumenta la vida útil del filo y consume menos potencia (Figura 7.37).

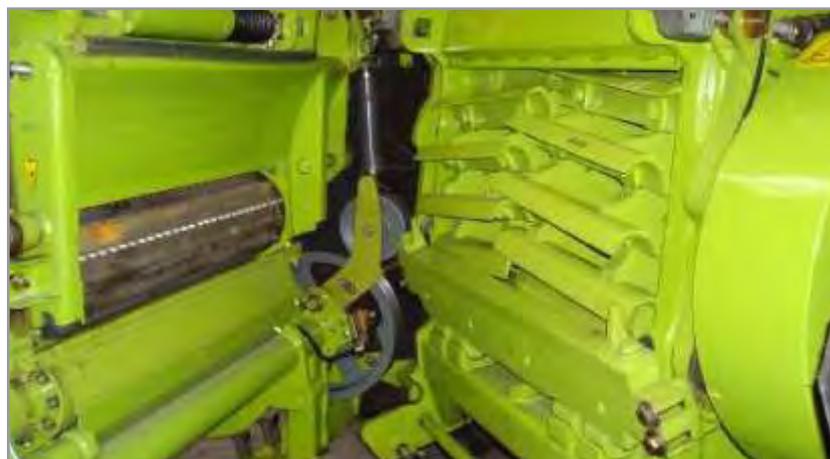
## Picadoras



**Figura 7.35.** Picadora KRONE Auto Scan. Cambio de largo de picado en forma automática de 8 a 13 mm de largo según la humedad del maíz. Ojo electrónico infrarrojo NIRS incorporado en el cabezal que lee el índice verde y alimenta con información al monitor que ordena el cambio de largo de picado automático. Más seco, menos largo de picado; más húmedo, más largo, esto es muy importante para evitar sobre picado o bien picar demasiado largo cuando el maíz está demasiado seco.



**Figura 7.36.** (Izq.): Neumático de presión regulable en CLAAS Jaguar 980, el cual disminuye su presión de inflado cuando esta trabajando y aumenta su libraje cuando la maquina se transporta. (Der.): paliere agujereado para pasar aire, esta novedad parece marcar un nuevo paradigma sobre la transitabilidad de las máquinas sobre el suelo agrícola, donde la baja presión de inflado determina el nivel de huellas y compactación.



**Figura 7.37.** Nuevo rotor picador CLAAS Jaguar 980 con filo de corte vertical, más duración del filo y mejor corte. Menos consumo de potencia y mayor rendimiento por CV consumido.

## Picadoras

### Cálculo del largo teórico de picado

En la ecuación utilizada para el cálculo del Largo Teórico de Corte (LTC), se asume que no existe patinaje del material entre los rolos alimentadores y que los tallos son cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

$$LTC = \frac{3,14 \times (D1 \times N1 + D2 \times N2) \times Z}{N \times K}$$

- D1: Diámetro posterior efectivo de alimentación del rolo superior en mm.
- D2: Diámetro posterior efectivo de alimentación del rolo alimentador inferior en mm (si se utiliza).
- N1: Velocidad del rolo alimentador superior, en v/min.
- N2: Velocidad del rolo alimentador inferior, en v/min (si se utiliza).
- N: Velocidad del cabezal de corte en v/min.
- K: Número de cuchillas de corte que pasan por un punto fijo en cada vuelta.
- Z: Número de rolos alimentadores utilizados en el numerador de LTC (Z= 1 en máquinas con un solo rolo, o bien igual a 2 en las máquinas con dos rolos).

Para el cálculo de los diámetros de los rolos alimentadores, se debe tener en cuenta si son lisos o estriados.

En el caso que tengan estrías lisas, el diámetro a considerar es el máximo, o sea el que va desde el borde o filo de una estría al borde o filo de la estría opuesta.

Si las estrías son dentadas, se debe tomar como diámetro la distancia entre las puntas de dientes opuestos, menos la longitud de un diente.

Ejemplo: Cálculo de largo teórico de corte de una máquina de arrastre

- Diámetro del rolo superior, D1 = 244 mm
- Diámetro del rolo inferior, D2 = 120 mm
- Vel. del rolo superior, N1 = 133 v/min
- Vel. del rolo inferior, N2 = 275 v/min
- Vel. del cabezal de corte, N = 850 v/min
- N° de cuchillas de la máquina, K = 12
- Rolos alimentadores utilizados, Z = 2

$$LTC = \frac{3,14 \times (244 \times 133 + 120 \times 275) \times 2}{850 \times 12}$$

$$LTC = 10 \text{ mm}$$

## Picadoras

### Capacidad de trabajo de las máquinas picadoras

La capacidad de trabajo de una picadora está limitada fundamentalmente por:

- La capacidad del mecanismo de alimentación.
- La potencia disponible.
- La capacidad del conjunto picador impulsor.
- La eficiencia en el manejo del material.

La capacidad teórica de la máquina depende del área de la garganta del alimentador, de la velocidad lineal de los alimentadores y de la densidad del forraje comprimido por los rodillos alimentadores.

Esta capacidad teórica exige una alimentación uniforme que en las condiciones de trabajo a campo son difíciles de lograr por lo que las capacidades reales son del 70% de la teórica para el maíz y 60% para pasturas.

La sección de la garganta será muy variable según el modelo y el diseño de la máquina pudiendo llegar en las picadoras de grandes dimensiones y altas capacidades de trabajo a 1.000 cm<sup>2</sup>.

La velocidad de alimentación estará en función del número de cuchillas, de la velocidad de rotación y del tamaño de corte por lo que al reducir el tamaño de picado obliga a reducir la capacidad de alimentación.

La densidad del material aprisionado por los rodillos alimentadores depende de la posición de los mismos y del forraje que se vaya a picar.

La capacidad del mecanismo alimentador puede ser el factor que limite cuando se hacen cortes pequeños en material poco denso, en tanto que para el maíz y para la longitud de corte de 1 cm, la potencia puede ser el factor limitante.

## Silaje de pasturas

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

Cuando se habla de silaje de pasturas, un concepto que debe quedar claro es que lo que se busca es un alimento que brinde un buen contenido de fibra, que se traduce en alta digestibilidad y nivel de consumo y un alto porcentaje de proteína, a los fines que complemente el aporte de energía de los concentrados, del silaje de maíz y de los granos ya sean secos o húmedos dentro de las dietas.

Las especies más utilizadas en la confección de silajes de pasturas son el rye grass y pasturas consociadas (tréboles y alfalfa con diferentes gramíneas), en la zona centro y litoral, a la vez que en las cuencas lecheras del país, los silos de pasturas son predominantemente de alfalfa pura. En las últimas campañas se sumó la cebada, haciendo la salvedad de que se trató no como pasturas sino como un silaje energético, esperando que produzca granos a los fines de no ocupar tierras con aptitud agrícola, con un cultivo que sea competencia de la soja por el período de utilización.

### **Eficiencia del proceso de ensilaje**

#### **Las pérdidas en el proceso de ensilaje ocurren en el campo y durante la preservación y almacenamiento del cultivo.**

Las pérdidas en el campo se originan por la respiración de las plantas, acción del clima e ineficiencia en la cosecha. Las de materia seca por respiración constituyen, en diversas condiciones, aproximadamente del 1 a 2% del peso seco de las plantas por hora, que permanece el forraje cortado en el campo, aunque las pérdidas del valor nutritivo son de alguna manera mayores, ya que afectan fundamentalmente a los carbohidratos solubles altamente digestibles.

Donde las condiciones agroclimáticas para el secado del forraje son desfavorables, las pérdidas en el campo se incrementan en forma marcada, particularmente si el proceso de marchitamiento es prolongado y el cultivo es afectado por alguna lluvia.

Las pérdidas en el silo se deben al metabolismo aeróbico de las plantas y de los microorganismos. Condiciones de aerobiosis prolongada culminan directamente en una ineficiencia en la conservación, como resultado de la oxidación de los azúcares de las plantas, a la vez que permiten el desarrollo de los clostridios y levaduras, que llevan a un proceso de fermentación con pobres características de preservación.

Las pérdidas en la fase líquida (efluentes), pueden alcanzar valores que oscilan entre el 6% y el 8% de la materia seca del cultivo ensilado. Éstas varían en cierto grado, según el método elegido, pero pueden reducirse virtualmente a cero en forrajes cuyo porcentaje de humedad oscile entre 65% y 70%.

En algunas circunstancias, luego de ser abierto el silo para su utilización, pueden ocurrir pérdidas adicionales y sustanciales (hasta el 10%) del ensilaje, debido a oxidaciones secundarias o deterioros aeróbicos producidos por bacterias, levaduras y hongos. Este tipo de pérdidas se dan en su mayoría en silajes que contienen menos del 70% de humedad y un alto nivel residual de carbohidratos solubles en agua.

Recordemos además que un llenado lento del silo, o bien pobres características fermentativas del material ensilado (tal el caso de algunas pasturas por una relación azúcar proteína baja), generan fermentaciones de tipo acética, lo que origina un silo más inestable en su fase de aprovechamiento.

## Silaje de pasturas

### Objetivo de la confección de silaje de pasturas

Dos de los elementos que mayor importancia tienen en la nutrición animal son las proteínas y la energía. Ambas pueden ser aportadas por los silajes.

Las proteínas se encuentran en mayor cantidad en silos de sorgo forrajero, alfalfa o pasturas; en cambio en silos de maíz o sorgo granífero de planta entera, grano húmedo, el elemento que predomina es la energía.

En todos los casos, los procesos químicos que ocurren son los mismos, comenzando con una fase aeróbica en la que comienza el desarrollo de bacterias acéticas, para pasar luego a la fase anaeróbica en la que se incrementa la población de bacterias lácticas y ocurre una disminución importante del PH, para de esa forma obtener un silaje de elevado valor nutritivo y estabilizado (Figura 8.1).



**Figura 8.1.** El silo de pasturas es una excelente alternativa para el balanceado de dietas, desde el punto de vista proteico.

En el capítulo de silaje de maíz y sorgo, se vieron los distintos procesos químicos por los que pasa el forraje a medida que se confecciona el silo, durante su maduración y su suministro. Para el caso de silaje de pasturas hay que tener en cuenta ciertas consideraciones y factores especiales, para que estos procesos ocurran con la mayor eficiencia posible y para que el forraje conserve su óptima calidad.

La primera condición a tener en cuenta cuando se confecciona un silo de pasturas es asumir que lo que se busca es proteína de calidad, por lo tanto, se debe priorizar el corte en los estadios de la planta en que exista una relación adecuada entre calidad y volumen, además de respetar todas las consideraciones mecánicas de tratamiento del forraje, que se describieron, en los capítulos de henificación, como corte, rastrillado, acondicionado, etc.

Otro aspecto a tener en cuenta es el sistema de alimentación que estamos utilizando y la cantidad de forraje a conservar. Estos aspectos son los que nos llevan a decidir entre la confección de silaje de pasturas o la confección de henolaje.

Si nuestro sistema nutricional trabaja con raciones balanceadas y mixers y sobre todo si trabajamos con TMR (ración totalmente mezclada), el silo de pasturas es el complemento ideal ya que facilita la extracción y suministro y es más fácilmente mezclable sin necesidad de un molido previo, como sería en el caso de utilizar rollos de henolaje; a menos que se cuente con mixers que tengan la capacidad de desmenuzarlos o rotoenfardadoras de última generación con sistema de procesado (slicer, roto-cut, etc.).

## Silaje de pasturas

Otro aspecto como el volumen, se define fundamentalmente por las pérdidas. Si el volumen de pasto que se va a conservar no alcanza para confeccionar una bolsa (200 mil kg de materia verde), se debe pensar en confeccionar henolaje. Esto se debe a que las pérdidas de un silo son cuantitativamente mayores a medida que el tamaño del mismo se reduce.

### Factores que determinan la calidad

Tal como ocurre para los silajes en general, son diversos los factores que interactúan y determinan la calidad del silo. Para el caso concreto de alfalfa, como es sabido para cualquier leguminosa, la relación azúcar/proteína no es la más apropiada para que el proceso fermentativo se inicie rápidamente, por lo que las consideraciones y cuidados a tener presentes se acentúan.

Un factor fundamental a tener en cuenta para la confección de silos de alfalfa es la época del año, ya que las concentraciones de bacterias lácticas y de azúcares varían según se realice en primavera, verano u otoño.

Normalmente los silos confeccionados en Octubre y Noviembre tienen mayor calidad, debido a que la concentración de azúcares es alta y el desarrollo de bacterias ácido lácticas se ve favorecido por las condiciones ambientales (normalmente en esta época se tienen 24 horas de secado lo que permite un buen desarrollo bacteriano).

Los silos que se confeccionan en Diciembre, Enero y Febrero tienen calidad regular a causa de que el pasto se seca muy rápidamente por lo que, a pesar de haber un bajo consumo de azúcares, tampoco hay tiempo suficiente para un buen desarrollo de bacterias, lo que provocaría ciertas dificultades en la fermentación.

Los silos de otoño son los de peor calidad porque en esta época se combinan tres condiciones que los desfavorecen, por un lado los porcentajes de azúcares en planta son muy bajos; por otro lado las bajas temperaturas de la época no permiten un buen desarrollo bacteriano y por último la frecuencia de lluvias de la época impide que el material se seque en forma pareja.

Un punto a tener en cuenta, es que al momento de cortar el forraje, si se utilizan cortadoras acondicionadoras, se debe tener en cuenta que el uso de acondicionadores, promueve el desarrollo de bacterias que van a colonizar toda la masa de silo, mejorando las condiciones fermentativas.

En el caso de las gramíneas, el factor de riesgo de una mala fermentación disminuye debido a que éstas tienen un alto porcentaje de azúcares, lo que favorece la multiplicación bacteriana y provee un mejor medio para una correcta fermentación.

En las leguminosas, en cambio, el elevado contenido de proteínas desempeña un papel tipo buffer (principalmente por el alto contenido de N de la proteína), dentro del proceso de conservación, retarda la acidificación, sumado al hecho que al contener una baja concentración de azúcares, la multiplicación bacteriana tampoco se ve favorecida, dificultándose aún más la obtención de silaje de alta calidad.

Además de las bacterias productoras de ácido láctico, otros organismos como hongos, levaduras y especialmente clostridios están presentes en el silo. Estos metabolizan los azúcares y el ácido láctico para producir butirato. Como consecuencia, la actividad de estas bacterias retarda o invierte la normal reducción en el PH que se da en el silo. El periodo de fermentación es prolongado y se pierde parte del forraje con un silaje resultante, que tiene bajo valor nutritivo y pobre aceptación por parte de los animales.

## Silaje de pasturas

El forraje cuando está en pie, posee una baja concentración de bacterias lácticas que lo rodean, las que se encuentran mayormente en las magulladuras o laceraciones del mismo. Aquí también se encuentran presentes los clostridios, sólo que están en forma de esporas.

Al cortar el forraje, el número de organismos productores de ácido láctico aumenta rápidamente y su multiplicación continúa durante los primeros días de fermentación del silo, para luego comenzar a decrecer. La población de clostridios también se va incrementando, pero la mayor o menor multiplicación de los mismos depende de las condiciones en que es confeccionado el silo. Su crecimiento se inhibe a altas presiones osmóticas, coincidiendo con el descenso del PH del medio.

Para que todos estos procesos de fermentación se realicen correctamente durante la confección de silos de pasturas, se debería considerar una serie de factores que son los que permitirán obtener un alimento de calidad para el rodeo, a la vez que facilitarán el trabajo, permitiendo eficientizar el aprovechamiento de la maquinaria y del forraje a conservar.

Entre los principales factores que afectan la calidad del silaje a lograr, se puede mencionar:

- Elección del lote o pastura para confeccionar el silo.
- Momento óptimo de corte.
- Contenido de humedad de la andana al momento de picado.
- Tamaño y uniformidad de picado.
- Contaminación del forraje a conservar.
- Correcta elección de la estructura de almacenaje.
- Utilización de aditivos.

### Factores que determinan la solubilización de las proteínas

El problema más grave que se enfrenta cuando se confeccionan silajes de pasturas, son los factores que determinan la solubilización de las proteínas, dando como resultado compuestos nitrogenados (amino-ácidos) y compuestos no nitrogenados.

Esto genera una mayor demanda energética para volver a formar las cadenas proteicas necesarias para la producción, con uso ineficiente de los recursos energéticos de la dieta o bien con mayor demanda de ellos, con la consiguiente pérdida de eficiencia.

Los factores que mayor influencia tienen en la solubilización de las proteínas son:

#### 1. Temperatura del silo

Un llenado rápido de los silos y con una tasa de alimentación constante, además de una correcta compactación y tamaño de picado uniforme, van a reducir la temperatura de los silos, principalmente porque se reduce la fase aeróbica y cuando ésta existe la tasa de respiración se reduce, generando una temperatura menor y bajando la tasa de solubilización de proteínas.

#### 2. Humedad (Máxima al 80%)

Cuando se trabaja en forma eficiente en el preoreado, además de una correcta determinación del porcentaje de humedad óptimo para la confección del silo, se está bajando en gran medida la tasa de solubilización de proteínas.

## Silaje de pasturas

A tal efecto podemos decir que deberíamos tratar de trabajar con el menor contenido de humedad que se pueda, sin afectar la compactación del forraje y por lo tanto los procesos fermentativos.

### 3. PH (Es más alta con PH levemente alcalino 6)

Los silos de pasturas por lo general tienden a ser levemente alcalinos y es por ello que todo lo que se pueda hacer en relación al descenso del mismo, es útil para evitar el efecto de solubilización de proteínas. **La compactación por un buen tamaño de picado, un momento óptimo de confección corrigiendo el porcentaje de humedad a los fines de concentrar los hidratos de carbono solubles, e incluso en algunos casos el uso de aditivos bacterianos, son herramientas que ayudan al respecto.**

### 4. Tiempo de ensilado (Las proteasas se inhiben luego de 15 días de ensilado).

Siempre que se logre la estabilización de los silos lo más rápido posible, se mejorará la calidad final del mismo, disminuyendo además la demanda energética por parte de los animales que consuman los silajes de pasturas confeccionados en forma eficiente, debido a que se disminuyó al máximo el grado de solubilización de proteína en los silajes proteicos producidos

### Elección del lote o la pastura para confeccionar el silo

Cuando elegimos el tipo de pastura que se destinará para confeccionar silaje, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Calidad nutricional de la pastura.
- Volumen de materia seca que produce.
- Facilidad para ser ensilada (capacidad de fermentación).

En cuanto a la calidad nutricional, se debe tener en cuenta qué elemento principalmente aporta el forraje a conservar, de modo tal de ensilar el material para que cubra los requerimientos del rodeo que se alimentará con el mismo.

Es importante también tener en cuenta el volumen de materia seca producido por dicha pastura, la cual debe ser la mayor posible. Muchas veces es preferible implantar una pastura que tenga un poco menos de calidad pero que produzca un volumen de materia seca suficiente que justifique la confección de un silo, con una adecuada relación costo/calidad nutritiva.

Por último, es importante saber qué tipo de pasturas son más fácilmente ensilables, ya que muchas veces no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar el silo en tiempo y forma, por lo que elegir una pastura de mayor capacidad fermentativa puede ser una solución.

Es sabido que las gramíneas poseen una mejor relación azúcar/proteína, lo que facilita el desarrollo de bacterias lácticas y por consiguiente una mejor fermentación. Esto a su vez brinda mayor plasticidad en cuanto al momento de confección del silo.

Como complemento de lo mencionado, otro de los factores que debemos tener en cuenta al momento de la confección del silo, es conocer qué potrero se va a utilizar. Normalmente se incurre en el error de elegir el potrero con la pastura más vieja y degradada, o un potrero que ha sido intensamente pastoreado y pisoteado por los animales y en el que quedan muchos restos de broza y bosteo (Figura 8.2).

## Silaje de pasturas



**Figura 8.2.** Cuando se analiza la posibilidad de ensilar un lote, uno de los puntos a evaluar es la densidad de plantas del mismo para asegurar una buena producción de MS.

Todo esto va en detrimento de la calidad del silo, ya que implica la utilización de pasturas de mala calidad, que al cortarlas dan origen a andanas de poco volumen que resultan más difíciles de picar en forma adecuada o lo que es peor, obligan a utilizar en forma excesiva el rastrillo para conformarlas apropiadamente, actividad mediante la cual se aporta tierra, broza de la cosecha anterior y bosteo de los animales a la andana, además de producir el desprendimiento de las hojas, que como se recuerda, es la parte más nutritiva de la planta (Figura 8.3).



**Figura 8.3.** El cuidado en la elección del lote también tiene que ver con la contaminación del material que se va a ensilar. Los restos de heces son perjudiciales para la fermentación.

Todo esto da como consecuencia un material altamente contaminado, en el que ocurren fermentaciones indeseables debido al desarrollo de bacterias clostridiales, las que producen una fermentación butírica y por consiguiente un silo de bajo valor nutritivo y alto porcentaje de pérdidas, o lo que es peor, permiten el desarrollo de bacterias tipo listeria, las que son altamente tóxicas para el animal e incluso para el hombre.

### **Pastura ideal para la confección de un buen silaje**

Lo ideal es elegir una pastura nueva, con un buen stand de plantas y un buen volumen de materia seca, lo que permite obtener andanas de mejor estructura y tamaño sin la necesidad de utilizar rastr-

## Silaje de pasturas

llos, evitando de esta forma incorporar tierra. Además, al no haber sido pastoreada, no existe bosteo de los animales lo cual es contaminante, y el lote se mantiene parejo, lo que permite un mejor trabajo de los cabezales recolectores de las maquinas picadoras, ya que de esta forma estos tampoco incorporan tierra ni materiales extraños dentro del forraje que se está picando, evitando las fermentaciones inadecuadas o bajas innecesarias en la calidad del silo.

### Momento óptimo de corte

La calidad del forraje conservado depende en un 70% del momento en que se realice el corte. Cortando en el momento óptimo, se logra cosechar el forraje cuando este presenta la mejor combinación entre cantidad y calidad.

A medida que avanza el estado fenológico de las plantas, su valor nutritivo disminuye debido al aumento en la proporción de tallos y la disminución en la cantidad de hojas, así como también su digestibilidad, por lo que es de fundamental importancia conocer en qué momento la especie que se va a conservar presenta su mejor relación calidad/cantidad.

Para la alfalfa, al igual que para las otras leguminosas, el punto en el que esta relación es óptima es cuando se encuentra en botón floral, mientras que para las gramíneas este punto lo encontramos en el estadio de hoja bandera o en prefloración.

En el caso de utilizar verdeos de invierno del tipo avena, cebada o centeno, se recomienda efectuar el corte en el estadio de grano lechoso, donde se obtiene un considerable volumen de materia seca, ya que estos cultivos mantienen la palatabilidad aún en madurez avanzada, pero siempre teniendo la precaución de no retrasar demasiado el corte para evitar el riesgo de una caída de grano por un excesivo secado.

Si se corta antes, se consigue incrementar la calidad aunque se resigna cantidad de materia seca a conservar, además de producir un envejecimiento prematuro de la pastura en el caso de la alfalfa. Por el contrario, si se demora el inicio del corte, se logrará conservar mayor cantidad de materia seca por hectárea pero ésta tendrá menor digestibilidad y por consiguiente se obtendrá un forraje con menor valor nutritivo (Tabla 8.1); cuando se trabaja con pasturas consociadas, se debe tomar como referencia el punto óptimo de la pastura predominante, ya que es ésta la que determinará el tipo de fermentación y por ende la calidad del forraje conservado.

**Tabla 8.1.** Comparación entre silajes según momento de corte. Fuente: INTA Rafaela.

Pastura	Estadio fenológico	MS	PB	FDA	FDN	DIVMS
Alfalfa	10 % floración	24,1	21,3	43,7	35,3	60,8
Alfalfa	50 % floración	26,1	14,3	64,7	40,5	51,8
Avena	Grano lechoso	26,5	11,9	60,9	38,2	51,2
Avena	Grano pastoso	35	11,6	65,8	37,1	43,8

### Porcentaje de humedad del forraje a picar

El contenido de humedad al momento del picado es uno de los factores que mayor influencia tiene en el proceso de conservación.

Un ejemplo de esto lo dan los altos valores de pérdida de materia seca que sufre el forraje a través de efluentes cuando se pica con humedades excesivamente altas, los que pueden alcanzar valores de 60 a 70 gramos de materia seca por kg de material original (6 a 7%).

## Silaje de pasturas

Un forraje que tenga un porcentaje de humedad mayor al 85%, producirá aproximadamente 180 litros de efluente por tonelada, mientras que si el porcentaje de humedad está en valores cercanos al 75%, el efluente producido oscilará entre los 20 y los 75 litros por tonelada.

Si se pretende obtener alta calidad en los silajes de pasturas, debe cortarse en el momento óptimo que ya fue descrito en el punto anterior.

**Para que la fermentación se realice en forma correcta, el forraje debe picarse cuando contenga entre el 60% y el 65% de humedad, o lo que es lo mismo, del 40% al 35% de materia seca.**

**La única manera de lograr conjugar estas dos condiciones es realizando el oreado previo al picado, teniendo en cuenta que en el momento óptimo de corte, la planta en pie contiene un porcentaje de humedad que varía entre el 76 % y el 82%.**

Lo más conveniente para lograr estos porcentajes de humedad en forma rápida y eficiente es la utilización de corta-hileradoras provistas de rodillos acondicionadores de goma, teniendo el mayor ancho de labor posible. Este tipo de maquinaria favorecen un rápido oreo por el daño que provoca en los tallos facilitando la pérdida de agua y favoreciendo la calidad del forraje. Otra herramienta importante es la utilización de corta-hileradoras de disco con plataforma flotante, ya que éstas copian continuamente las irregularidades del terreno y cortan la pastura a una altura de 6 cm. Lo que tiende a reducir la incorporación de tierra a la andana por parte del recolector; ya que ésta queda suspendida sobre esos tallos cortados.

La utilización de este tipo de implementos permite obtener la humedad deseada en el forraje en un tiempo más corto que cuando se utilizan hélices o cortadoras sin acondicionador, evitando de esta forma que el forraje permanezca tirado en el campo por mucho tiempo, con el riesgo de que lo afecte alguna lluvia; incluso perdiendo calidad, debido a que durante la respiración dicho forraje consume los azúcares que le son esenciales para una correcta fermentación dentro del silo, a la vez que disminuye su calidad nutricional.

A pesar de que parezca contradictorio, una buena práctica es (en el caso que haga falta), hilerar el forraje casi inmediatamente después de cortado.

Esto se debe a que si en algún caso se produce una demora en el equipo de trabajo, la humedad correcta del forraje se va a mantener por más tiempo, pudiendo picar mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de acuerdo a su nivel de materia seca (Figura 8.4).



**Figura 8.4.** La utilización de rastrillos de grandes anchos ayuda a conservar el porcentaje de humedad correcta del forraje.

## Silaje de pasturas

Los cabezales de corte picado directo no son los apropiados para trabajar en la confección de silajes de pasturas.

El argumento, muchas veces escuchado, de que con estos cabezales el contratista o el productor pueden realizar silaje de maíz, sorgo o pasturas sin necesidad de disponer de dos cabezales pierde sustento, ya que por lo antes mencionado la única forma de poder cortar y picar la pastura en forma directa en el momento que contenga el porcentaje de humedad apropiado (70%), es cuando se encuentra en un estadio fenológico avanzado de su madurez o pasado, con lo que se lograría una fermentación correcta pero el valor nutricional del silo sería de regular a malo, con lo que dejaría de justificarse el gasto adicional que implica la confección de un silo, a la vez que sería menos rentable al disminuir su productividad.

De esta forma queda claro que la manera más eficiente de trabajar para lograr un buen silaje de pasturas, es utilizando cortahileradoras equipadas con acondicionadores mecánicos, esperar a que el forraje tenga el porcentaje de humedad adecuado y luego comenzar a trabajar con la picadora con recolector de andanas.

La determinación exacta del porcentaje de humedad al momento de picado, es uno de los aspectos fundamentales de ajuste, teniendo en cuenta que el porcentaje óptimo de humedad para la confección de un silo de pasturas, como ya fue mencionado, está entre el 60% y 65% si es un silo aéreo, pudiendo trabajar un poco más seco (aunque no es conveniente) cuando se confeccionan silos en bolsa por la facilidad de lograr condiciones de anaerobiosis (Figura 8.5).



**Figura 8.5.** Silaje oscuro y con alta concentración de hongos por excesivo secado, que impidió un correcto picado y compactación.

La importancia de realizar los silos con estos porcentajes de humedad, reside en que por debajo de estos no se logra una correcta fermentación, obteniéndose un silo atabacado y de mala calidad, mientras que si trabajamos por encima de estos rangos, tendremos una gran cantidad de pérdidas por efluentes, que son los que contienen todos los nutrientes de calidad de la pastura que estamos ensilando, además de producir una fermentación indeseable.

### Medición de humedad a campo

Para poder estimar el contenido de humedad del forraje, existen diferentes métodos por medio de los cuales se valora materia seca ó directamente el porcentaje de humedad que este posee.

Un método práctico, es el que se describió en el capítulo de henolaje, con la utilización de horno microondas.

## Silaje de pasturas

La utilización de humidímetros electrónicos es un sistema práctico y de bastante exactitud, además de estar ahora disponibles en el mercado a precios accesibles (también fueron descriptos anteriormente).



**Figura 8.6.** Es importante retorcer el forraje antes de realizar la evaluación con humidímetros electrónicos.

Un detalle a tener en cuenta es que cuando se utilicen humidímetros, como los que tienen sólo sensores de puntas para medir humedad en los rollos, se debe retorcer el forraje tratando de generar condiciones de compactación y luego introducir el sensor en el forraje para realizar la lectura correspondiente (Figura 8.6).

De todos modos cabe agregar que siempre es mejor trabajar con los aparatos que miden humedad dentro de baldes, con el sensor correspondiente (Figura 8.7).

Cuando se confeccionan silos de pasturas no se deben ahorrar esfuerzos en la identificación del correcto porcentaje de humedad del material.



**Figura 8.7.** Los humidímetros con sensores para medir en baldes plásticos, son los más apropiados para la estimación de materia seca de pasturas para silaje.

Teniendo en cuenta que una vez que se pica el forraje, si se vuelve a medir humedad esta se verá incrementada, es que se deben utilizar la mayor cantidad de mediciones y pruebas para arribar al dato correcto.

Una señal visual que sirve de parámetro para la estimación de materia seca del forraje, que se ensilará, es la observación del material en la descarga de silo.

## Silaje de pasturas

Cuando se ve que este queda formado una pared y no se desmorona, por lo general estamos en un rango de humedad adecuado para la confección de silajes, en cambio cuando está demasiado húmedo o bien, más seco que lo que corresponde suele ocurrir también que el montón que se forma no tiene consistencia (Figura 8.8).



**Figura 8.8.** Cuando se observa que quedan formadas paredes en material descargado, se puede estimar que se está trabajando en el rango de humedad adecuado.

### Tamaño y uniformidad de picado

Este aspecto es de fundamental importancia, por cuanto de él depende la mayor o menor facilidad de compactación del material, al momento de realizar el silo. El tamaño ideal de picado para pasturas está comprendido alrededor de los 15 mm, priorizando siempre la uniformidad de picado.

Una de las formas prácticas, para medir si estamos picando en el tamaño adecuado, es tamizar una muestra del material con un tamiz que tenga cribas de 19 mm de diámetro; una vez tamizada la muestra debe quedar sobre el mismo sólo un 20% del material.

Uno de los fundamentos para indicar este largo teórico de picado es la mayor facilidad para compactarlo o embolsarlo, ya que de esta forma el material no presenta aglomeraciones, evitando así las sobrepresiones en las bolsas y facilitado la eliminación del aire mediante la compactación del material, en el caso de ser silo Puente o Bunker.



**Figura 8.9.** El picado desuniforme del material, puede ser producto de la falta de material en las hileras o del desajuste de la picadora, siendo la primera la más común.

## Silaje de pasturas

Un factor que influye en forma directa sobre la uniformidad de picado es la condición de la andana. Del volumen de la misma depende la eficiencia con que la picadora realiza el trabajo (Figura 8.9).

Para que las cuchillas realicen un corte neto y parejo contra la contracuchilla es necesario que los rodillos alimentadores entreguen una buena cantidad de forraje, de modo tal que el material no se escape y quede aprisionado por los mencionados rodillos.

Cuando las andanas no son voluminosas, los rodillos no pueden ejercer la suficiente presión sobre el forraje, por lo tanto, cuando la cuchilla pasa, arrastra y desgarrar el material, dando como resultado un silo con una gran variabilidad en el tamaño de picado.

Es por ello que resulta tener pasturas bien densas además de juntar una buena cantidad de material.

A los fines de juntar mucho material es que se incorporan, a algunas picadoras, cabezales de recolección anchos para poder juntar dos o más hileras en una sola pasada, sin la necesidad de juntar hileras con el rastrillo evitando la contaminación con tierra del forraje.

Una herramienta que ayuda a juntar hileras minimizando la contaminación, son los agrupadores de hileras adosados a las cortadoras, que permiten juntar material sin contaminarlo, gracias a un sistema de noria de accionamiento hidráulico que está montado en la parte posterior de las cortadoras acondicionadoras (Figura 8.10).



**Figura 8.10.** Sistema de agrupadores de andanas adosados a las cortadoras. En la pasada siguiente se baja la noria y juntan dos hileras sin necesidad de usar rastrillos, mejorando la higiene del forraje. En la fotografía el juntador se encuentra desactivado.

### Contaminación del forraje a conservar

Como ya fue mencionado en repetidas ocasiones, deben extremarse los cuidados para evitar el agregado de tierra al material a ensilar. La herramienta que más contamina el forraje cortado es el rastrillo; por lo tanto debe procurarse cortar con máquinas de gran ancho de labor y pasturas de buen volumen, tratando de evitar al máximo su uso

En el caso de necesariamente tener que recurrir al empleo del rastrillo, existen disponibles en el mercado, herramientas que no se accionan al contacto con el suelo como normalmente ocurre con

## Silaje de pasturas

los rastrillos estelares. Estos rastrillos pueden ser accionados por la toma de potencia del tractor, como ocurre con los giroscópicos o a través de motores hidráulicos, como los equipos de barras laterales oblicuas.

Lo importante de estos implementos es que son menos agresivos para el forraje andanado y al no rozar con el suelo, no arrastran residuos de cosechas anteriores ni restos de tierra o heces que se encuentren en el campo (Figura 8.11).



**Figura 8.11.** Los rastrillos giroscópicos representan una herramienta muy útil al momento de juntar hileras en la confección de silos de pasturas.

Otra actividad a la que se le debe prestar atención, es el compactado en los silos aéreos tipo puente o bunker, ya que los neumáticos de los tractores o camiones que trasladan el material picado, incorporan tierra cuando bajan para dar vuelta o suben al silo respectivamente.

La forma correcta de trabajar, consiste en descargar los camiones acoplados en la base del silo y subir el material con tractores equipados con palas frontales, que no necesiten bajar del silo para desparramar el material a compactar.

Se recuerda que en la tierra se encuentran los clostridios que producen fermentaciones del tipo butíricas, que no sólo son ineficientes ya que consumen el 24% de los azúcares contenidos en el forraje a conservar, sino que además le transmiten olor fuerte y desagradable y un color oscuro al silaje, que disminuye la aceptación por parte de los animales que lo van a consumir, además de poder llegar a producir una maduración defectuosa de los quesos, elaborados con leche de animales que consumieron silaje con alto contenido de clostridios, ya que las esporas butíricas pueden pasar a la leche.

### Estructuras de almacenaje

Teniendo en cuenta el escaso volumen de producción de material a picar por hectárea, en comparación con el maíz o sorgo y las dificultades en el picado que ese escaso volumen produce, es común que exista desuniformidad en el tamaño de picado; por consiguiente también problemas relacionados a la compactación, con todos los problemas que eso implica para la conservación.

Por otro lado, la superficie necesaria a picar, para confeccionar un silo aéreo, debe ser lo suficientemente grande como para justificar la construcción de un puente o bunker, lo que normalmente no ocurre; confeccionándose en la mayoría de los casos silos de poca altura y con excesivas pérdidas en la periferia del mismo.

## Silaje de pasturas

Con respecto a las bolsas, son estructuras ideales para confeccionar silos de pasturas, ya que no se necesita completar una bolsa para finalizar el ensilado; por lo tanto, si en lugar de confeccionar 56 metros de bolsa, se realizan 30 metros, el proceso fermentativo se cumple perfectamente, asegurándose calidad en el forraje conservado.

Con respecto a la conservación en bolsas, siempre se debe ser muy cuidadoso en la confección, ya que el material que está preoreado, no "corre" con facilidad y a veces dificulta el trabajo.

El primer punto a considerar es que los camiones que se utilizan para al traslado del forraje, tengan una buena altura de descarga y que la caja, no presente ningún obstáculo para la descarga del forraje, como ganchos o barras internas que impidan que el forraje se deslice con facilidad (Figura 8.12).



**Figura 8.12.** La facilidad de la descarga agiliza el trabajo haciendo que el llenado del silo sea más ágil.

Una de las herramientas que mejoran mucho el flujo del material y facilitan incluso la alimentación y por consiguiente formación de las bolsas, son los carros forrajeros con cadenas en el piso, aunque es sabido que por su menor capacidad de trabajo y mayor costo son poco adoptados (Figura 8.13).



**Figura 8.13.** Los acoplados con cadenas en el piso mejoran la descarga y confección de las bolsas de pasturas.

Cuando se elaboran bolsas de pasturas principalmente de alfalfa, se tiene que poner especial cuidado en el llenado del túnel de compactación y la formación de la bolsa, ya que al ser la pastura un

## Silaje de pasturas

material que no fluye fácilmente, se tiende a formar zonas flojas y zonas de sobrepresión en detrimento de las condiciones de anaerobiosis y del estiramiento parejo de la bolsa (Figura 8.14).



**Figura 8.14.** Las bolsas de pasturas por lo general son mucho más desparejas en su confección que las de maíz o sorgo picado.

Uno de los aditamentos de las bolsas, que ayudan en gran medida a mejorar la calidad de confección de las bolsas, son los batidores superiores que están en la bandeja de descarga, los cuales ayudan a uniformar la entrada del forraje en el rotor de alimentación.

Si este segundo batidor (superior), tiene un sentido de giro contrario al inferior ayuda aún más a generar este efecto (Figura 8.15).



**Figura 8.15.** El rotor superior ayuda a ir "enrazando" el material en la bandeja de descarga.

Se debe tener en cuenta que no es común que los productores dispongan de superficie considerable para ser destinada a corte, ya que si se considera una producción de 2.000 kg de materia seca por hectárea por corte, de los cuales se aprovecha solo el 90%, serán necesarias aproximadamente 34 ha de alfalfa de excelente condición para completar la bolsa de 56 metros, con 200 toneladas de silaje por bolsa.

Reglas prácticas para lograr calidad en un silo de pasturas:

- Realizar el premarchitado de la pastura a ensilar. No es conveniente hacer corte picado directo, ya que el porcentaje de pérdidas por lixiviación de azúcares puede ser elevado, además se corre el

## Silaje de pasturas

riesgo de que se produzca una fermentación indeseable. Por ello el contenido de humedad para la confección debe ser de entre el 65 % y el 75 %.

- Evitar dentro de lo posible utilizar rastrillos cuyos dientes agreguen tierra a las andanas, por ello la tendencia marca la adopción de cortahileradoras de mayor ancho de labor o bien con norias juntadoras de andanas.
- Utilizar cortadoras acondicionadoras para acelerar la pérdida de humedad del forraje, disminuir el tiempo de permanencia en el campo y lograr un secado uniforme de tallo y hojas.
- Trabajar con picadoras de precisión provistas de cabezal recolector de andanas.
- Picar el material en un tamaño comprendido alrededor de los 1,5 cm, priorizando siempre la uniformidad de picado.
- Tapar el silo con nylon luego de su confección, procurando lograr hermeticidad en el mismo.
- En volúmenes que no superen los 400 mil kilos de materia verde, se aconseja utilizar silos bolsa, ya que las pérdidas en silos aéreos son muy elevadas, resultando más económica la contratación del servicio de embolsado.
- Cuando se trabaje con el sistema de silo bolsa, trabajar con los batidores de la embolsadora con un sentido de giro opuesto al que se trabaja en maíz, para desagregar las porciones de forraje que presentan aglomeraciones y por consiguiente sobre presiones en la estructura del silo.
- Trabajar en lo posible con acoplados o camiones, con sistema de descarga con cadenas en el piso, para lograr una alimentación gradual de la máquina, evitando zonas de sobreestiramiento de la bolsa.
- Durante el suministro, utilizar un sistema de extracción que disminuya las pérdidas por remoción de la pared expuesta del silo.

## Aditivos - efectos en el silaje

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

Los aditivos para silaje se pueden clasificar o dividir en dos diferentes grupos:

- **Estimulantes:** que promueven el desarrollo de bacterias lácticas y de la formación de este tipo de ácidos que disminuyen el pH.

Dentro de este grupo, los más comúnmente utilizados son los inoculantes bacterianos, que mejoran la velocidad de fermentación y la disminución del pH y los "sustitutos del sustrato", que incluyen enzimas y azúcares, constituyendo la base para una buena multiplicación de la colonia bacteriana.

Las enzimas rompen los carbohidratos complejos, como pectinas, hemicelulosa o celulosa, transformándolos en azúcares simples, para que los puedan emplear más fácilmente las bacterias lácticas.

- **Inhibidores:** que retardan el proceso de degradación, actúan en forma selectiva sobre los procesos indeseables como sobre los microorganismos aeróbicos, impidiendo el desarrollo o la solubilización de proteínas.

A estos se los puede dividir entre aquéllos que actúan sobre los procesos anaeróbicos y los que lo hacen sobre los procesos aeróbicos.

Dentro del primer grupo, se encuentran los que restringen a las bacterias indeseables, como el género *clostridium* o *listeria*, y sobre las enzimas de las plantas, como las proteasas.

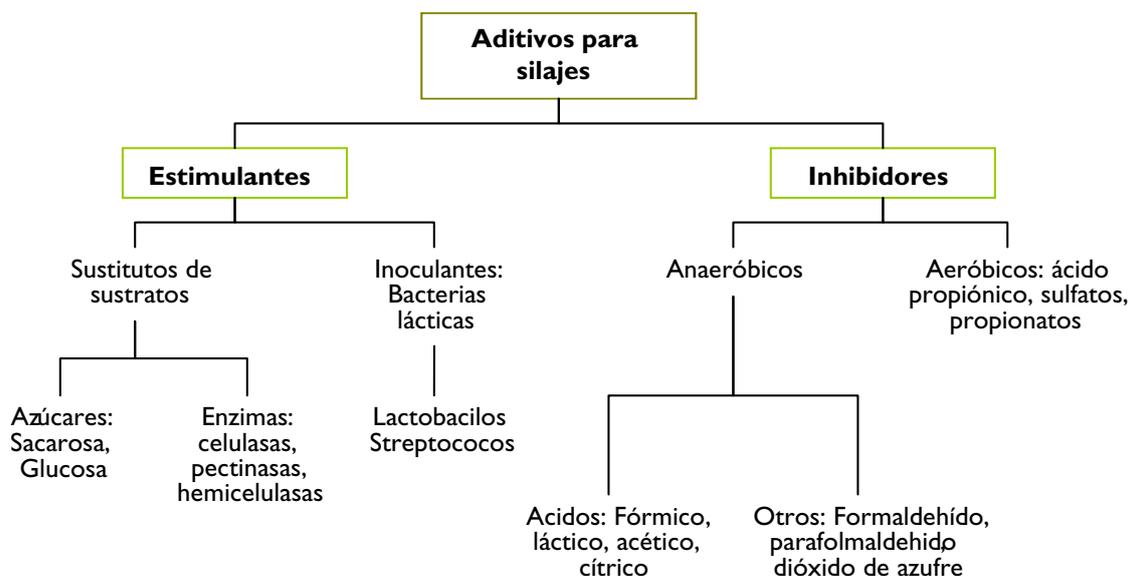
Pueden clasificarse en ácidos, que trabajan por reducción del pH desde el momento en que son agregados y en inhibidores, que protegen las proteínas vegetales de la solubilización.

Los inhibidores aeróbicos, como por ejemplo el ácido propiónico, suprimen el desarrollo de levaduras, hongos y demás bacterias aeróbicas y son utilizados en la confección de henos con alto contenido de humedad (hasta el 25%), con el objetivo de que conserven mayor cantidad de hojas, sin ser afectados por procesos indeseables ni aumento de la temperatura, lo que podría derivar en una reacción de Mayllard.

Cuando se toma la decisión de utilizar un aditivo, es importante saber de qué tipo es. Esto se debe a que cada aditivo trabaja en forma diferente, afectando las pérdidas de materia seca en el almacenaje, calidad del forraje y respuesta del animal.

En consecuencia, dependiendo del problema en particular de silaje, condiciones y/o metas, un tipo de aditivo puede ser más beneficioso que otro (Figura 9.1).

## Aditivos - efectos en el silaje



**Figura 9.1.** Clasificación de los diferentes tipos de aditivos.

De todas formas se presume que cada uno de los productos que se describirán, se utilizan acompañando y no reemplazando a un buen manejo en la confección del silo.

### I. Inoculantes bacterianos

Son los aditivos o inoculantes más utilizados y difundidos.

Este producto consiste en un cultivo de bacterias ácido lácticas (BAL), que suplementan a la población bacteriana natural de un cultivo y ayudan a garantizar una rápida y eficiente fermentación en el silo.

La mayoría de los productos que existen en el mercado, aplican entre 90 billones y un trillón de bacterias por tonelada de cultivo a ensilar.

Estos pueden incluir una o más especies de bacterias lácticas, cuyos nombres científicos son *Lactobacillus plantarum*, otras especies de *Lactobacillus*, varias especies de *Pediococcus* y *Enterococcus faecies*.

Estas bacterias han sido encontradas en cultivos y silajes y fueron elegidas por:

1. Crecer rápidamente bajo un amplio rango de humedades y temperaturas.
2. Producir mayormente ácido láctico cuando crecen en los azúcares del cultivo.

**Efectos esperados:** El principal efecto en la adición de bacterias ácido-lácticas al cultivo durante el ensilado, debería ser una mejora en la fermentación que ayude a preservar el cultivo, durante su almacenaje en el silo, y acelerar los procesos fermentativos además de un rápido descenso del pH. Por ello, se han elegido inoculantes cuyas bacterias desarrollan rápidamente el ácido-láctico que además son las que menos cantidad de hidratos de carbono soluble consumen para la formación de ácidos.

Esto debería producir una rápida fermentación y por lo tanto, una reducción en el pH del silo. Las bacterias típicas de cada cultivo no sólo producen ácido láctico, sino que también producen ácido acético y alcohol (etanol), mientras que las bacterias de los inoculantes producen mayormente ácido láctico.

## Aditivos - efectos en el silaje

Debido a que el ácido láctico es un ácido más fuerte que el acético, el pH del silo debería ser más bajo cuando se aplican inoculantes.

La velocidad y tipo de fermentación debe tener un número de efectos deseables.

Una rápida disminución del pH ayuda a limitar la actividad de las enzimas de la planta. Un punto principal, es el de impedir que las proteínas se transformen en NNP (nitrógeno no proteico), principalmente si el silo se va a suministrar a vacas lecheras, por lo que un rápido descenso del pH ayudaría a disminuir la pérdida de proteínas.

El cambio en los productos de la fermentación debería mejorar la cantidad de materia seca en aproximadamente un 1 a un 2%.

Esto a su vez debería mejorar la digestibilidad del silo en un porcentaje similar.

Una rápida caída del pH y un bajo pH final, debería ayudar a minimizar la población de microorganismos perjudiciales que producen altos niveles de ácido acético y butírico.

La estabilidad aeróbica, es decir, la tendencia del silo a calentarse cuando está expuesto al aire durante la extracción y suministro, es un área en donde el uso de inoculantes puede tener un efecto perjudicial.

*Efectos observados:* En diferentes estudios realizados en EEUU y Europa entre 1990 y 1995, utilizando alfalfa, tréboles, verdes de invierno y silajes de maíz, se comprobó que los inoculantes trabajaban eficientemente en la reducción del pH y la conversión a ácido láctico dentro de la fermentación (60% de los casos positivos).

La efectividad varió con el cultivo. Los inoculantes actuaron mejor con gramíneas, alfalfa y tréboles (el pH disminuyó en el 64% de los test) y no actuaron tan bien con silo de maíz (bajas de pH en el 44% de los casos). Los niveles de amoníaco disminuyeron en un porcentaje similar, induciendo una mejor preservación de la proteína en silajes inoculados.,

Los inoculantes no tuvieron tanto éxito en otras áreas del silo. El contenido de materia seca mejoró en menos del 50% de los casos. De todas maneras, en los casos en que hubo mejoras, éstas fueron en promedio de un 6% superior, comparado con los testigos sin tratar.

Esto es más alto de lo esperado e indica que los inoculantes redujeron pérdidas debidas a actividad microbiana y a la fermentación.

La vida del silo se mejoró en un porcentaje menor al 30% de los casos. Hubo también un porcentaje similar de casos en los que el inoculante causó una tasa significativa de calentamiento. La disminución de la vida del silo fue mayor en silos de maíz y granos.

Finalmente, la inoculación incrementó la digestibilidad de la materia seca en por lo menos un tercio de los casos, aproximadamente en el mismo porcentaje en que se recuperó la materia seca del silo, lo que era de esperar.

### **Cuando son efectivos los inoculantes**

Los inoculantes no siempre tienen éxito y para que se justifique el gasto adicional de su uso, es importante entender por qué estos no siempre son útiles.

## Aditivos - efectos en el silaje

Existen varias explicaciones posibles para la falla de los inoculantes: población natural de bacterias ácido-Lácticas, bajo contenido de azúcares en el cultivo y bacteriofagia, es decir, bacterias Lácticas que pueden ser comidas por otros organismos.

De todos estos, la más plausible es la competencia de las bacterias ácido-Lácticas naturales del silo.

Normalmente se espera que las razas de inoculantes utilizadas sean superiores, al haber sido seleccionadas para cada cultivo y silaje, sin embargo, esto no quiere decir que puedan superar todas las dificultades.

Los inoculantes típicos aportan 100 billones de bacterias ácido-lácticas por tonelada de material húmedo, mientras que las poblaciones naturales tienen un rango de 100 millones a 100 trillones de bacterias por tonelada.

En un estudio del US Dairy Forrage Center (Wisconsin -EE UU), se midió la población de bacterias ácido-Lácticas naturales resistentes a ácidos en cultivos y en silos, debido a que éstas son las que compiten mayormente con las bacterias inoculadas.

Si el inoculante está por lo menos en una relación 10 a 1 con las bacterias naturales resistentes a ácidos, es factible que superen la acción de la población natural y mejoren la fermentación.

Con respecto a la respuesta animal con silajes inoculados, fue difícil poder evaluarla. Sólo se vio mejoría en la producción de leche utilizando inoculantes en silos de alfalfa, cuando la relación fue de por lo menos 10 a 1 superior a la población natural de bacterias lácticas tolerantes a ácidos.

El contenido de azúcares del cultivo puede afectar el efecto de los inoculantes.

Los azúcares son el principal alimento de las bacterias ácido-Lácticas; por lo tanto, si este es bajo, las bacterias inoculadas se pueden ver limitadas en su potencial efecto sobre la calidad del silo.

Normalmente el contenido de azúcares no es un problema, cuando se trabajan los cultivos con los porcentajes de humedad adecuados (60 a 70%), siendo la única excepción posible la alfalfa.

Estudios hechos sobre alfalfa mostraron que la velocidad de reducción de pH, causada por el inoculante con un contenido de humedad del 70%, se duplicó con el agregado de azúcares.

Con una humedad del 50%, el agregado de azúcares no tuvo efecto sobre la acción de los inoculantes, lo que sugiere que con los porcentajes de humedad recomendados para silo bunker, el contenido de azúcares puede afectar el efecto de los inoculantes en silos de alfalfa.

Otro factor es el cultivo sobre el que se va a aplicar el aditivo, ya que cada cepa se aísla de un cultivo en particular.

En un estudio realizado en el que se aplicaron tres cepas diferentes de *Lactobacillus plantarum* en silos de maíz, alfalfa y sorgo, después de 30 días se comprobó que en cada cultivo predominaba la cepa originalmente aislada en el mismo. Esto sugiere que cada cepa crece mejor en el cultivo en la que fue encontrada, mayormente debido a que cada una se desarrolla mejor con los nutrientes específicos de cada cultivo en la que se encontró.

## Aditivos - efectos en el silaje

### Cuidados en la aplicación

Es importante que el producto adquirido sea el adecuado. En primer lugar que dentro de lo posible sea un producto específico para el material que se va a ensilar.

En el caso de no existir un producto ideal para el cultivo que se está por ensilar, se debe elegir un producto para un cultivo similar.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la concentración del producto sea de por lo menos 90 billones de bacterias ácido-Lácticas vivas por tonelada de cultivo, teniendo en cuenta que las bacterias a aplicar deben incluir una o más de las siguientes cepas: *Lactobacillus plantarum*, otros *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Enterococcus*.

Si aparece algún otro nombre se debe sospechar del producto, ya que no serán bacterias ácido-Lácticas, salvo que el producto contenga especies de *Propionibacterium*, las que producen ácido propiónico, mejorando la vida del silo.

De todas formas, estas últimas normalmente no son efectivas, ya que son superadas por las bacterias ácido-Lácticas salvo en el caso de fermentaciones lentas.

Por último, es recomendable aplicar productos líquidos antes que productos secos. Las bacterias ácido-Lácticas no se mueven dentro del silo, sino que actúan en donde fueron aplicadas y con un producto líquido se logra mayor uniformidad.

Por otra parte, cuando el inoculante se aplica sobre un cultivo seco, las bacterias comienzan a trabajar más fácilmente si se las aplica con un medio líquido.

Una última razón para aplicar productos líquidos es que son más fáciles de guardar, ya que vienen en pequeños paquetes que ocupan poco espacio y se pueden guardar en el freezer mientras que los productos secos normalmente son más abultados, ocupan más espacio y es más difícil mantenerlos frescos y secos (condición esencial para que las bacterias se mantengan con vida).

Hay varios aspectos a recordar cuando se aplican inoculantes:

Uno de ellos es el lugar de aplicación, de acuerdo al tipo de silo que se está confeccionando.

Si el silo que se confecciona es aéreo (tipo torta o bunker), la mejor opción es aplicar la suspensión en la picadora, ya que la mezcla va a ser mejor, en tanto que si se está confeccionado un silo bolsa, lo mejor es hacerlo en la embolsadora, para no tener que parar la picadora en cada recarga de producto.

Otro de los puntos a considerar, es que si existen fallas en el mecanismo de aspersión en la picadora, es difícil de identificarlo, mientras que cuando el mismo problema ocurre en la embolsadora este problema se identifica con facilidad y se soluciona sin pérdida de tiempo para el equipo de picado.

Otro aspecto, es que si se aplica un producto líquido se debe intentar no utilizar agua con cloro para diluir el inoculante, ya que éste mata a las bacterias ácido-Lácticas.

En el caso de tener que utilizar agua con cloro, debe medirse la concentración del mismo y si ésta es mayor a 1 ppm, debemos dejar que el agua que vamos a utilizar esté al aire por lo menos una noche para que se evapore el exceso de cloro.

## Aditivos - efectos en el silaje

### En que cultivos se deben utilizar inoculantes

Deberían utilizarse en cultivos en los que las poblaciones de bacterias sean bajas, siendo la alfalfa el único cultivo en el que realmente se justifica, debido a su baja concentración natural de bacterias ácido-Lácticas.

En maíz no tiene utilidad, ya que éste posee una población natural de bacterias que es normalmente mayor a la de cualquier inoculante y sólo se justificaría si el cultivo sufrió una helada, una fuerte sequía o está inmaduro o muy pasado del punto óptimo de picado.

### 2. Enzimas

Los aditivos enzimáticos son productos que contienen una variedad de proteínas, cuya función es la de degradar los carbohidratos de la pared celular de las plantas y convertirlos a azúcares.

Las clases más comunes de enzimas son las *Celulasas* (degradan celulosa) y las *Hemicelulasas* (degradan hemicelulosa), pero también se pueden encontrar *Amilasas* para degradar almidón y *Pectinasas* para degradar pectinas.

Estas enzimas son normalmente productos naturales extraídos de mohos y la efectividad de los diferentes tipos de enzimas puede variar de un producto a otro, debido a las diferentes fuentes de las que se las extrae; pero todas apuntan a lograr lo mismo, reducir el contenido de fibra para que el silaje tenga mayor digestibilidad y aumentar el contenido de azúcares para la fermentación.

*Efectos esperados:* El objetivo principal es convertir la fibra en azúcares, por lo que el efecto de las enzimas sobre la calidad del silaje debería ser una reducción de la FDA y FDN, causando por consiguiente efectos sobre la fermentación, las pérdidas de materia seca, la estabilidad del silo y la respuesta animal.

En silajes en los que los contenidos de azúcares limitan la fermentación, las enzimas deberían incrementar el nivel de productos de la fermentación, cambiar la fermentación a una del tipo láctico y reducir el pH.

Una situación típica en la que esto podría ocurrir es en silos de alfalfa, con un porcentaje de humedad del 60 al 75% en un silo bunker.

Para este tipo de silos, una disminución del pH y un aumento de los productos de la fermentación, deberían inhibir el desarrollo de mohos y levaduras y mejorar la estabilidad del silo.

En silos como en el de maíz en los que los azúcares adicionales no son necesarios para mejorar la fermentación, el agregado de enzimas podría tener un efecto negativo sobre la misma, ya que el exceso de azúcares podría inducir a la producción de alcohol por parte de las levaduras.

Esto llevaría a incrementar las pérdidas de materia seca y reducir la estabilidad del silo, debido a la formación de levaduras y altos niveles de azúcares que favorecen el desarrollo de microorganismos perjudiciales, además de una reducción del consumo debido a los altos niveles de alcohol en el silaje.

Otro efecto posible sería la recuperación de materia seca, dado que la reducción en la cantidad de fibra induciría a una mayor compactación en el silo, disminuyendo la porosidad del silo y mejorando el comportamiento durante el suministro, por una menor penetración del aire a la cara expuesta del silo.

## Aditivos - efectos en el silaje

*Efectos observados:* Los efectos que se observaron fueron principalmente una mejora en los contenidos de fibra en pasturas, un resultado intermedio en silos de maíz y trigo y muy poco efecto en silos de alfalfa.

En lo que respecta a mejoras en la fermentación, el efecto más positivo se observó en alfalfa dado su bajo contenido de azúcares y también se observaron mejoras en lo que respecta a la pérdida de materia seca, justamente por posibilitar mejorar la compactación del silo.

### Cuidados en la aplicación

Las enzimas tienen un alto potencial como aditivos, sin embargo tiene un limitado número de casos en los que parecen ser realmente efectivas.

Los mejores candidatos para su utilización parecen ser la alfalfa y las gramíneas ensiladas con porcentajes de humedad del 60 al 70%, ya que en estos rangos de humedad, se han visto grandes beneficios en la mejora del porcentaje de materia seca, que los haría rentables.

Se observaron mejores efectos de las enzimas cuando se trabajó en cultivos con menores porcentajes de humedad, ya que cuando se los utilizó con altas humedades, se observaron grandes aumentos de pérdidas por efluentes.

No se recomienda su uso en silos de maíz, debido a que produce altas concentraciones de alcohol y reduce la estabilidad del silo, además de no mostrar mejoras significativas en cuanto a respuesta animal.

### 3. Acido Propiónico

El ácido propiónico inhibe el desarrollo de mohos y levaduras. Su uso más frecuente es en la confección de heno con más del 20% de humedad para inhibir la formación de hongos.

También se aplica sobre silos que son aeróbicamente inestables y que se calientan en el momento del suministro.

*Efectos esperados:* El ácido propiónico aplicado a bajas dosis (0,2 a 0,4% de la materia seca), tendría un pequeño efecto sobre la fermentación, mientras que a dosis más altas, la fermentación debida a bacterias ácido-Lácticas se vería reducida, pero en cualquier caso el pH al final de la fermentación debería ser el mismo o menor que un forraje sin tratar.

El principal efecto debería ser una mejora en la estabilidad del silo o en la estabilidad aeróbica, mientras que la materia seca no se vería afectada o en todo caso mínimamente reducida y la respuesta animal se vería afectada sólo si el silo no tratado se calentara.

*Efectos observados:* En todos los casos observados en los últimos años, el efecto más visible del uso de ácido propiónico fue una mejora en la estabilidad aeróbica del silo.

A modo de síntesis, se puede decir que el agregado de aditivos a los silajes de alfalfa, es una herramienta más que ayuda a obtener la calidad, pero que de ninguna manera soluciona los problemas relacionados con una mala práctica en el proceso de confección.

Si se trabaja en condiciones óptimas (corte en momento oportuno, oreo previo al picado, picado fino y uniforme, no se le agrega tierra al material a conservar, picado con el 70% de humedad,

## Aditivos - efectos en el silaje

buen compactado), no sería necesario el agregado de ningún inoculante.

Si se desea emplear aditivos como aceleradores del proceso de fermentación, el empleo de los aditivos bacterianos sería el más aconsejable.

Como resumen de lo antes mencionado y en forma generalizada, se presenta la siguiente tabla 9.1.

**Tabla 9.1.** Resumen de los efectos positivos y negativos de los diferentes aditivos.

<b>Aditivo</b>	<b>Efecto positivo</b>	<b>Efecto Neutro</b>	<b>Efecto Negativo</b>
Bacterianos	Alfalfa	<b>Maíz / Sorgo</b>	
Enzimas	Pasturas	Maíz / Sorgo	Alfalfa
Ac. propiónico ( a la confección)			Pasturas, Alfalfa, Maíz / sorgo
Ac. Propiónico ( a la extracción)	Pasturas, Maíz / Sorgo	Alfalfa	

## Embolsado

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

Dentro de los sistemas de conservación de forrajes, uno de los que ha causado mayor impacto en la economía de ganadería de la Argentina es el silaje.

Sin bien esta práctica se ha desarrollado en la Argentina desde el año 1994 (Proyecto PROPEFO de INTA), en los últimos años sufrió una evolución más que relevante, gracias a la tecnología en maquinarias que se introdujo en el último período.

La posibilidad de controlar el tamaño y tipo de picado (partido de los granos), marcó el primer paso hacia la evolución de la calidad de los forrajes ensilados y la organización de las estructuras de almacenajes, de acuerdo al tamaño de explotación y tipo de forrajes a conservar, (pasturas, sorgo, maíz, grano húmedo), marca el segundo paso hacia la evolución de la cantidad y calidad de forrajes ensilados con el firme objetivo de hacer los recursos económicos y técnicos más eficientes para aumentar los márgenes de rentabilidad de las empresas ganaderas.

### Llamando las cosas por su nombre

Para analizar el sistema de almacenaje de ensilados en bolsa se deberían considerar dos premisas que a primera vista parecen contradictorias.

- No siempre es necesaria la confección de bolsas para la conservación en forma de silaje.
- Cualquier condición de trabajo es apta para la confección de bolsas de silaje, independientemente del material que se esté ensilando o el tamaño de la explotación que se analice.

Aunque estas afirmaciones parezcan un contrasentido, es importante tenerla en cuenta para la toma de decisiones al momento de la elección del sistema de almacenaje de los silos, ya que siempre y cuando se respeten las condiciones fermentativas, los silos serán de calidad.

En este último aspecto es donde la bolsa presenta su gran ventaja, ya que acorta los tiempos de respiración de los forrajes ensilados y facilita las condiciones de anaerobiosis de la masa de forraje ensilada, haciendo más eficientes los procesos fermentativos, favoreciendo el incremento de la calidad final de los silos confeccionados.

Uno de los detalles, que juegan en contra de la adopción de este sistema de almacenaje de forrajes ensilados, es que deberían consumirse dentro de un período que no supere el año desde su confección.

Esto se debe a que a partir de ese tiempo, el material utilizado para la confección de las bolsas aumenta su permeabilidad y los riesgos de rotura de la bolsa se incrementan.

Una de las mayores pérdidas del sistema de silaje ocurre cuando hay un excesivo tiempo de respiración de los forrajes picados y la importancia del sistema de embolsado comienza cuando el período de respiración del forraje es casi nulo, por la barrera que represente el film plástico al fenómeno de osmosis del oxígeno (intercambio gaseoso de mayor concentración de oxígeno en el exterior a menor concentración de este gas en el interior del silo (Figura 10.1).

## Embolsado



**Figura 10.1.** El sistema de embolsado representa una excelente alternativa estratégica de almacenaje.

Si bien será analizado con mayor detenimiento en los capítulos respectivos, se debe destacar que los forrajes a conservar pueden presentar dificultades para su correcta o eficiente fermentación tales como:

- Baja concentración de hidratos de carbono o baja relación azúcar proteínas (como los silajes de pasturas).
- Bajo porcentaje de humedad, como cultivos de maíz o sorgo pasados o con alta concentración de grano (muy ventajoso para una dieta energética).
- Forraje con dificultades en su tamaño de picado, por defectos de las picadoras, mala regulación, forraje demasiado seco.
- Forraje sucio con tierra.

Bajo estas condiciones el sistema de embolsado siempre presenta una ventaja comparativa significativa, con respecto a los silos aéreos, debido a su facilidad de lograr anaerobiosis rápidamente y por lo tanto las siguientes ventajas.

Menor tiempo de respiración que se traduce en mayor concentración energética final del silo confeccionado.

Un descenso de pH más rápido, con una fermentación acética más corta y una estabilización láctica más rápida dando un silaje de mayor concentración energética y más estable durante el período de extracción y suministro.

Menor desarrollo de hongos y micotoxinas (por su mejor condición de anaerobiosis), en los materiales que presenten dificultades fermentativas.

En líneas generales diremos que cuando existen buenas condiciones fermentativas y de anaerobiosis cualquier sistema puede ser bueno, pero cuando hay posibilidades de que se presenten dificultades, el sistema de embolsado presenta ventajas por la mejora de las condiciones fermentativas del material, debidas principalmente a la facilidad de compactación y aislamiento inmediata del oxígeno del aire, reduciendo a su mínima expresión la capacidad de intercambio gaseoso (oxígeno), del forraje, con el aire.

### **Ventajas del sistema de silo embolsado durante el período de utilización**

Es sabido que las mayores pérdidas que ocurren en el sistema de alimentación con silaje, son debidos a una excesiva superficie expuesta del material en el momento de abrir el silo para extraer el forraje (lo cuál será explicado en el capítulo de extracción y suministro).

## Embolsado

Cuando el material ensilado toma contacto con el oxígeno del aire, se va deteriorando por un proceso de oxidación.

De acuerdo al frente expuesto de los silos y de la compactación de los mismos el aire puede penetrar en la masa ensilada en mayor o menor medida, causando daño a la calidad de material que será suministrado en los comederos, es por eso que siempre se aconseja remover de la superficie expuesta del silo una capa de entre 30 y 40 cm, para asegurar la llegada de material fresco a los comederos.

Cuanto menor sea la superficie de silo que toma contacto con el aire, mayor espesor se removerá y menor deterioro se verá en el forraje suministrado, por lo tanto mayor será la energía disponible y la producción lograda por kg de forraje suministrado.

La escasa superficie expuesta del material ensilado en bolsa presenta la ventaja de poder remover mucho material del frente del silo (aun con bajas tasa de extracción o consumo), manteniendo la calidad del material una mayor cantidad de tiempo.

**Otra ventaja que presenta el sistema de embolsado, es cuando se confeccionan silos de pasturas.**

Independientemente del porcentaje de humedad, que puede ser variable o de la baja relación azúcar/proteína (deteriorando las calidades fermentativas), es importante destacar que cuando se confeccionan silos de pasturas, por lo general no se cuenta con gran cantidad de has y por lo tanto de material teniendo una gran proporción de superficie expuesta con respecto al material ensilado aumentando los porcentajes de desperdicio o pérdidas.

En zonas en donde las lluvias son frecuentes en el período de confección de silos, la confección de bolsa permite interrumpir el trabajo en cualquier momento sin riesgo de que el material se moje perdiendo calidad.

Es sabido que cuando se terminan de confeccionar los silos, por lo general (y dependiendo de las características del material y condiciones agroclimáticas), se tapa el material con polietileno, representando un gasto también, por lo que el insumo de la bolsa no debe tomarse como un gasto sino como una inversión, a los fines de impedir que la lluvia no deteriore el forraje ensilado al igual que como se hace con los silos aéreos que se tapan para mejorar su conservación.

### **Elasticidad de planeamiento**

En los establecimientos en que se incorporan los "cultivos forrajeros" (como maíz o sorgo), dentro de los planteos alimenticios, generalmente se necesita la rotación de potreros.

La posibilidad de tener estructuras más elásticas o bien poder llevar el silo cerca de los lugares donde será aprovechado, ofrece una ventaja operativa de costos.

En este aspecto el sistema de embolsado también posibilita, diagramar la ubicación de los silos cada año dándole a todo el sistema mayor elasticidad, bajar los tiempos operativos y posiblemente los costos en el suministro del forraje.

La suplementación sobre pasturas con forraje energético (maíz o sorgo), es una excelente combinación para aumentar la carga animal y las producciones individuales.

## Embolsado

En estos casos la confección de bolsas en potreros, que irán a pastoreos, es una decisión de planeamiento estratégico que produce grandes ventajas.

### La ventaja del sistema de embolsado en el uso de aditivos para silaje

Independientemente de la necesidad o no del uso de aditivos (tema que no se discutirá en este capítulo), es sabido que en algunos cultivos o condiciones se ha generalizado la aplicación de aditivos a los silos confeccionados.

Este aditivo se puede aplicar al momento de picar el forraje (en la picadora), con la desventaja de tener que detener la máquina cada vez que sea necesaria la recarga de producto.

Otra de las formas de aplicar estos aditivos es en el silo durante la confección, sin necesidad de detener la picadora para la recarga o aplicación con las ventajas operativas que esto representa.

La correcta aplicación de aditivos requiere de un correcto mezclado de la suspensión preparada con el forraje que se va a ensilar, y la aplicación del preparado sobre los batidores de la embolsadora ayudan a generar este efecto, eficientizando el uso del producto con una reducción de los costos (Figura 10.1).



**Figura 10.1.** La aplicación de aditivos bacterianos sobre los rotores de alimentación de la embolsadora mejora la eficiencia de su uso.

El sistema de silaje en bolsa permite la mecanización de aplicación de aditivos al silaje mediante un sencillo sistema de aspersores sobre el rotor de compactación, asegurando los siguientes puntos.

- Menor utilización de personal.
- Mayor uniformidad de aplicación.
- No hay interrupción del trabajo de la picadora.
- Recarga de producto sin necesidad de parar el equipo de trabajo.

Una vez definida la conveniencia de la utilización del sistema de embolsado para la confección de silajes, es importante tratar los puntos a tener en cuenta para asegurar el éxito en la confección de silajes con sistema de almacenamiento.

A pesar de que son escasos los problemas que se pueden ocasionar con las bolsas, uno de los puntos que puede generar inconvenientes, es el lugar de la confección para asegurar que nada altere el equilibrio y la vida útil de la bolsa mientras que resguarda el forraje ensilado.

## Embolsado

### Lugar de confección de las bolsas

Es aconsejable que las bolsas sean confeccionadas en un lugar alto y bien drenado del establecimiento, para de esa manera evitar anegamientos que impidan el acceso al forraje en el período de utilización.

Algunas veces, coincide la época de utilización del silaje con las lluvias, por lo que es aconsejable buscar un sitio que drene bien el agua de lluvia para evitar encharcamiento y formación de barro en la boca de los silos, a los fines de facilitar la extracción diaria del material durante el uso.

Previo a la confección no se debe cortar la cobertura vegetal, a los fines de que los tallos que quedan erectos y duros no dañen la base de la bolsa.

Tampoco pasar un arado o cualquier implemento de labranza, porque esto dificultará el tránsito durante la confección y favorecerá la voladura de tierra.

En caso de haber pasado algún implemento de labranza y si ocurren precipitaciones durante la extracción del silo, esta operación se verá claramente perjudicada por la acumulación de barro en la boca del silo.

Lo mejor al momento de confección de las bolsas es dejar el material de cobertura verde como está (sin tocar), que con el tránsito de los carros camiones se irá aplastando, formando una cama suave y limpia para las bolsas que se confeccionen (Figura 10.2).



**Figura 10.2.** Confección de silos bolsa, sobre un manto de cobertura verde para preservar la base de la bolsa.

En algunos casos en que la cobertura sea excesiva, se puede transitar en forma repetida con algún vehículo sobre la zona en donde se confeccionara la bolsa, a los fines de armar la cama respectiva.

Otra de las recomendaciones a tener en cuenta es que las bolsas no se ubiquen debajo de los árboles, ya que la caída de ramas puede provocar perforaciones en el plástico, con la consiguiente entrada de oxígeno y deterioro del material ensilado.

Se debe destacar que la parte superior de la bolsa es la que más se estira y el daño de esa superficie es la que representa mayor riesgo de roturas.

La colocación de las bolsas en el lote deben ser dentro de lo posible, de Norte a Sur, para que el

## Embolsado

sol que se traslada de Este a Oeste ataque con sus rayos ultravioletas ambas caras de la bolsa y de esa manera no se genera una zona de sobre-exposición al sol.

Cuando se confeccionan varias bolsas en el mismo lugar, se tienen que tener la precaución de dejarlas suficientemente apartadas, para que cuando se transita con los tractores durante la extracción no se causen daños en las bolsas contiguas a las que se están extrayendo (Figura 10.3 y 10.4).



**Figura 10.3.** Es necesario prever el espaciamiento entre las bolsas para evitar daños durante el la extracción.



**Figura 10.4.** Bolsas rotas por rozamiento con los tractores o implementos al momento de la extracción, en ese caso se debe parchar en forma urgente.

En cuanto a la ubicación, también se debe tener en cuenta que estén apartadas de las viviendas, para evitar el daño por parte de gente que desconozca la importancia de ese material y en lo posible que no estén sobre alambrados perimetrales del establecimiento, para evitar el robo y los daños (voluntarios o no), por parte de personas ajenas al establecimiento.

Cuando se planifica la alimentación es importante preestablecer algunos patios de comida, en donde las bolsas sean un "ingrediente más" de la dieta, evitando traslados excesivos para suministrar un alimento voluminoso como el silaje.

Por último, diremos que es fundamental realizar una revisión periódica del estado de las bolsas, reparando las perforaciones o daños ocurridos con la cinta adecuada, a los fines que estos daños no se agraven y resguardar la calidad del material embolsado.

## Embolsado

En el caso de que se encuentren en un lote donde pueden entrar animales, se debe establecer una barrera a los animales para que estos no causen daño a las bolsas en el afán de llegar al alimento que éstas contienen (Figura 10.5).



**Figura 10.5.** Caso extremo de rotura de bolsas por causa de animales y mal cuidado.

Se debe tener presente que la rotura de una bolsa de silaje de maíz o pastura es más grave que en el caso de bolsas de grano seco, ya que este material se deteriora, no existiendo como en el caso del grano la posibilidad de reembolsar al material.

### Formas prácticas de trabajo con la embolsadora

#### Inicio de la bolsa

La forma más sencilla de iniciar las bolsas, es realizando un nudo en uno de los extremos de la misma, asegurando que el mismo esté bien fijado y tratar de dejarlo por debajo de la formación de inicio, para asegurarse que no se desate, durante el período de estabilización, almacenaje y utilización.

Poner la red de sujeción de la embolsadora inclinada hacia delante con el mayor ángulo que esta permita, lo que impedirá que cuando se comienza la bolsa el material se monte sobre la red, dificultando la extracción de la misma cuando haya que realizar el cambio de bolsa para iniciar otro silo (Figura 10.6).



**Figura 10.6.** Inicio de la bolsa con la red inclinada para facilitar el cambio de las mismas.

Una de las técnicas que da excelente resultado es iniciar las bolsas con una presión de compactación mínima. Se puede cargar uno o dos camiones con mínima presión, para facilitar el inicio y posteriormente ir aumentando el freno hasta llegar a la presión elegida para el material con el que se está trabajando.

## Embolsado

Con este procedimiento de inicio lo que se busca es lo siguiente:

- Asegurar el nudo inicial para evitar accidentes, como la apertura de la bolsa durante la estabilización y aprovechamiento del silo.
- Facilitar el cambio de bolsas evitando que la red trasera quede apretada por el inicio de la bolsa.
- Mejorar el inicio de formación de la bolsa sin zonas de sobre-estiramiento (Figura 10.7).



**Figura 10.7.** Ejemplo de confección defectuosa: zona de sobre-estiramiento en el inicio de la bolsa. Esto puede hacer peligrar la permanencia de la bolsa durante el período de almacenaje.

### Presión de compactación y estiramiento de la bolsa

Las bolsas comúnmente comercializadas, vienen con una marca lateral impresa, la cual sirve de medida para calcular el estiramiento durante la confección (Figura 10.8).

Se debe destacar que este estiramiento nunca debe superar el 10%. Cabe decir que las bolsas que tienen una marca de 18 cm no deben llegar nunca a los 20 cm, cuando ya están utilizadas (estiradas).



**Figura 10.8.** Marca de la bolsa para medir estiramiento.

Teniendo en cuenta que las bolsas en su parte basal prácticamente no se estiran, que en la parte superior se estiran por lo menos el doble de lo que lo hacen en su parte media, es importante que la marca de estiramiento de la bolsa esté ubicada a un costado de la bolsa, aproximadamente a una altura de entre 1,5 m de altura respecto del piso.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, las partes superiores de las bolsas son las que sufren mayor estiramiento, por lo que la medida será variable de acuerdo a la posición en la cual quede la marca cuando se monte la bolsa sobre la embolsadora.

## Embolsado

Además si en algún momento ocurre un fallo en el freno, como por ejemplo, desnivel en el piso o que se afloje algunos de los malacates que fijan la embolsadora, este fallo no se detectara hasta que no se mida el estiramiento de la bolsa. Lo mismo ocurre por lo general en la confección de silos de pasturas, el cuál es un material que "corre" con menos facilidad dando bolsas mas desparejas, con riesgo de presentar zonas de sobre-estiramiento.

Una forma fácil, práctica y segura de ir calculando el estiramiento de la bolsa, es observar la salida del material sobre el túnel de compactación.

Si se ve que el material sale "inflando" la bolsa por sobre el nivel del túnel de compactación, indica que la presión de frenado es excesiva y puede haber problemas de sobre-estiramiento, con el consiguiente riesgo de rotura o bien mucha permeabilidad del film (Figura 10.9).

Por el contrario, si la bolsa o material sale por debajo del túnel de compactación, esto indica que no hay presión suficiente, que pueden quedar cámaras de aire dentro de la bolsa, por lo que habrá una fermentación lenta, además de incrementar el costo por mayor consumo de material plástico (Figura 10.10).



**Figura 10.9.** Es importante observar la bolsa a la salida del túnel de compactación, para estimar el estiramiento de la bolsa.



**Figura 10.10.** Zona de exceso y luego de falta de presión de compactación en la confección de una bolsa.

Una de las maneras mas eficientes de tener una bolsa pareja, incluso cuando se trabaja con pasturas, que es el material mas "complicado" para embolsar, es tratar de trabajar siempre con la bandeja de recepción de material llena y nunca dejar que esta se vacíe.

Cuando falta material en la bandeja de recepción (noria de alimentación), el caudal de forraje disminuye y por lo tanto la presión de trabajo varía.

## Embolsado

La técnica adecuada, es no vaciar la bandeja, sino parar la noria y esperar la entrada de otro acoplado (Figura 10.11).



**Figura 10.11.** Manteniendo siempre la bandeja de descarga llena de material, la compactación es pareja y constante. El vaciado de las norias genera puntos de baja presión.

Cuando el siguiente acoplado inicia la descarga, se vuelve a accionar la alimentación y de esa manera el rotor de compactación siempre trabajará con igual caudal y la formación de la bolsa será uniforme, sin puntos flojos ni zonas de sobre-estiramiento por diferencias en el flujo de alimentación de forraje.

Otro de los errores comunes que se pueden observar es que salgan dos pliegues de la bolsa al mismo tiempo.

Esto se puede deber a que existan errores en el plegado o manipulación de la bolsa al momento de la instalación de la misma en la máquina, pero eso es poco frecuente.

Lo más común es que se deba ajustar la tensión de la cuerda elástica que sujeta a la bolsa sobre el túnel de compactación, o que las cadenas que sostienen la bandeja en donde apoya la base de la bolsa deba ser acortada.

Es importante tener en cuenta que una de las razones más comunes de la rotura de la bolsa es el mal manejo por parte de los usuarios (voluntario o no), pero existen dos razones fundamentales para que ocurra sobre-estiramiento.

- Cuando se trabaja con temperaturas extremadamente altas.
- Cuando se trabaja con material excesivamente húmedo, que cuando se acomoda durante el periodo de almacenaje tiende a estirar excesivamente la bolsa.

Se debe tener en cuenta que cuando se observa que el forraje posee un nivel excesivo de humedad es aconsejable prestar especial atención y reducir levemente el nivel normal de estiramiento de las bolsas o suspender el picado, esperando que el material tome el nivel de materia seca adecuado, no sólo para la confección de las bolsas sino también para una correcta fermentación.

### **Características, cuidados y mantenimiento de las embolsadoras**

La descarga del material se realiza sobre una bandeja o batea de gran capacidad de recepción, la cual tiene una cinta accionada por un motor hidráulico.

Esta cinta continua al no tener cangilones en su gran mayoría, presenta la ventaja de servir de

## Embolsado

"fusible" cuando el material tiene exceso de humedad, ya que el material tiende a resbalar y dificulta la carga evitando silajes con exceso de humedad.

Esta cinta continua sin barras ni cangilones, facilita la uniformidad de todo tipo de material que se pretenda ensilar, debido a que no fuerza la entrada del forraje cargado al rotor alimentador, sino que en la medida que este "traga el forraje" va recibiendo más material para compactar, sin generar zonas desparejas desde el punto de vista de la compactación (Figura 10.12).



**Figura 10.12.** Máquina con cinta continua que mejora la uniformidad de la carga.

Otra de las características de la batea es un batidor (simple o doble dependiendo del modelo), que tiene como función desagregar el material alimentado y enrazar el forraje alimentado por lo acoplados cuando el rotor lo va captando, para que la alimentación y por consiguiente la compactación sea lo más uniforme posible.

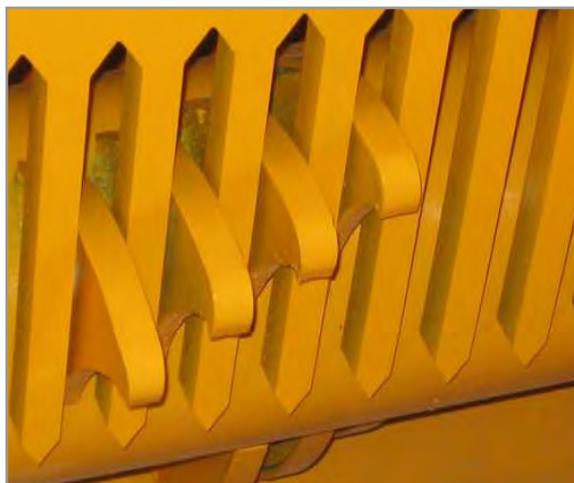
Se debe destacar que para el trabajo con pasturas pre-oreadas, es de suma importancia contar con doble batidor en la batea de recepción y alimentación al (igual que con materiales secos), ya que la pastura es un material que tiende a aglomerarse generando puntos diferenciales de estiramiento dentro de la bolsa, por lo que el primer paso, es una carga pareja, constante y continua al rotor de la embolsadora, para uniformar la carga (Figura 10.13).



**Figura 10.13.** Máquina con doble batidor de material para uniformar la carga.

## Embolsado

La mayoría de las máquinas de 9 o más pies de diámetro que embolsan principalmente forraje picado, realizan la compactación mediante un rotor horizontal y perpendicular al sentido de entrada del forraje, equipado con dedos o alabes de perfil curvo que introducen el forraje a través de un peine, para compactarlo dentro del túnel (Figura 10.14).



**Figura 10.14.** Detalle de dientes con frente cambiable para mejorar y reducir costos en el servicio.

El principio de acción y reacción se lleva a cabo con el efecto del rotor más dos cables de acero que se liberan (en forma controlada), desde los laterales de la embolsadora, y que están unidos a una red colocada al inicio de la bolsa.

Estos cables se enrollan en dos tambores, los cuales se frenan mediante un sistema hidráulico con discos de freno de carga variable.

De esa forma, el frenado de los tambores y la tensión de los cables serán los que determinen el grado de compactación logrado dentro del túnel (Figura 10.15).



**Figura 10.15.** Rotor con el cable de acero que se fija a la red para ejercer el "freno" de la máquina.

En los sistemas de trabajo con discos de freno, es importante realizar un correcto mantenimiento de los mismos, para que actúen en forma paulatina y uniforme, a los fines de que la compactación dentro de la bolsa sea pareja, sin zonas de sobre-presión o con cámaras de aire que dificulten la fermentación.

## Embolsado

Cabe destacar que cuando no se mantienen correctamente los discos de freno estos pueden oxidarse y luego las pastillas cristalizarse, realizando un frenado desparejo con los consiguientes errores en la formación de la bolsa (Figura 10.16).



**Figura 10.16.** Correcto mantenimiento de los discos de frenos.

En estos diseños, es muy importante mantener la calidad de los fillos de los dientes del rotor y los peines, debido a que si existe una excesiva luz entre ambos bordes por el desgaste del uso, el forraje picado se introduce entre ellos, frenando al rotor e incrementando el requerimiento de potencia, razón por la cual, estos álabes tienen un borde o filo cambiabile para reducir los costos de reparación y mantenimiento (Figura 10.17).



**Figura 10.17.** Es importante realizar un correcto servicio y mantenimiento, ya que deriva en la mejora de la calidad del silo.

Otro de los inconvenientes de este efecto es que el material se tritura provocando la rotura de las paredes celulares, con la consiguiente liberación de jugos celulares, los cuales quedan dentro de la bolsa, pudiendo llegar a ocasionar fermentaciones defectuosas de tipo butíricas por un exceso en la presencia de líquidos y dilución de los azúcares solubles.

Para asegurar la calidad de los fillos de los dedos o álabes, deben ser revisados antes del inicio de la campaña y en el caso que no estén en condiciones, tienen que ser reparados o reemplazados debidamente (Figura 10.18).



**Figura 10.18.** Detalle de los álabes del rotor con el peine de alimentación al túnel de compactación.

## Embolsado

Una de las características del rotor, es que sea del mismo ancho que el túnel para reducir las zonas muertas dentro de la bolsa, en donde existe poca compactación (Figura 10.19).



**Figura 10.19.** Máquina con el rotor del mismo ancho que el túnel de compactación.

Con el objetivo que la bolsa se inicie sin ningún inconveniente, es necesario que la red que la sujeta en la parte posterior se halle bien tejida y con todas las sogas tensas para que no quede apretada por la bolsa cuando se confecciona el silo, ni se corran riesgos de que se desate el nudo inicial (Figura 10.20).



**Figura 10.20.** La red debe estar bien tejida al inicio de la bolsa.

Si la tensión de la red no es la adecuada, se deben tensar en primer lugar las sogas que están en posición vertical y luego las horizontales, y en el caso de reemplazar toda la soga, se debe proceder de igual forma (Figura 10.21).



**Figura 10.21.** La red debe ser tejida primero en sentido vertical y por último en forma horizontal.

## Embolsado

El bastidor en el que se teje la red, se halla unido a los cables de acero por dos riendas, las cuales deben tener una diferencia en el largo de entre 40 y 50 cm, siendo las inferiores mas largas que las superiores, para permitir que se acomode la red con cierto grado de inclinación al inicio del trabajo, evitando defectos al comienzo de la confección del silo y facilitar la reposición de la bolsa cuando se finaliza la confección de la misma (Figura 10.22).



**Figura 10.22.** Se observa la diferencia de largo de la rienda inferior que sujeta la red, para facilitar su posición al inicio de la bolsa, y su movimiento cuando se finaliza la confección de la misma.

### Túnel de compactación

El túnel de compactación es la parte de la máquina que sostiene la bolsa, para permitir la entrada del material, recibiendo la presión de compactación ejercida en mayor o menor medida, de acuerdo al freno de la embolsadora y el diseño del túnel.

Del diámetro del túnel de compactación, depende la capacidad de carga y trabajo de la embolsadora y cuanto mayor sea el diámetro del túnel mayor será la capacidad de carga de las bolsas.

Es por ello que en el mercado actual se puede encontrar embolsadoras y bolsas que varían en su diámetro desde los 9 a los 12 pies de diámetro.

Otro de los puntos en los que se mejoró es la fabricación de bolsas de 75 m largo, para disminuir el cambio de bolsas que se hacen durante la campaña de trabajo.

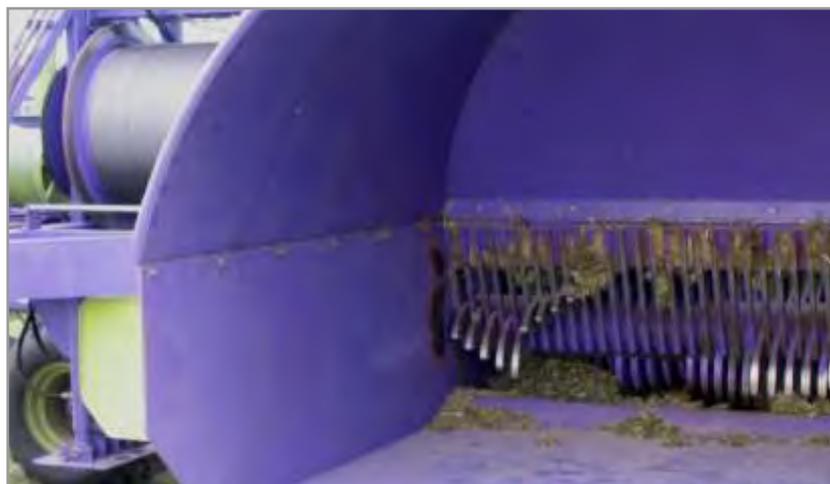
Eso viene acompañado en la embolsadoras, con tambores de enrollado de cables de acero con mayor diámetro además de cables más largos.

Una de las características destacables de las embolsadoras es el largo del túnel, ya que cuando más largo es, se permite una mayor presión de compactación.

Esto se debe a que el material se presiona contra la pared del túnel y no contra la bolsa, permitiendo material más compacto con menos estiramiento de la bolsa (Figura 10.23).

Dentro de los adelantos tecnológicos presentados últimamente en la industria nacional, es una máquina que tiene un túnel largo en el que se puede montar dos bolsas.

## Embolsado



**Figura 10.23.** Túnel de compactación de largo considerable, que permite incrementar la densidad del silo, con igual estiramiento de las bolsas.

Se trabaja en primer lugar con la que monta primero, y cuando esta está por finalizarse, se comienza a desplegar la segunda bolsa pudiendo llegar a trabajar hasta 140 m en forma continua, sin necesidad de parar incrementando la capacidad de trabajo de todo el equipo (Figura 10.24).



**Figura 10.24.** Máquina con dos bolsas montadas en el túnel de compactación.

Debido al estiramiento que sufren las bolsas, no es necesario unirlas ni sellar las uniones de éstas dando como resultado un excelente silo de grandes dimensiones y un incremento de la capacidad de trabajo del equipo (Figura 10.25).



**Figura 10.25.** Unión de las bolsas en el momento de trabajo.

## Embolsado

Otro de los adelantos que colaboran en lo que respecta al incremento de la capacidad de trabajo de los equipos, es la fabricación de una máquina con transmisión hidráulica en las ruedas para que sea "autotransportable" al momento del cambio de la bolsa.

De esta manera además se independiza del uso de un tractor y se facilita el cambio de ubicación de la embolsadora para dar indicio a la confección de una nueva bolsa.

Las máquinas que se autotransportan cuentan con cuatro ruedas direccionales, lo que hace aún más eficiente el movimiento en superficies reducidas (Figura 10.26).



**Figura 10.26.** Embolsadora autotransportable, con cuatro ruedas móviles y transmisión hidráulica en las mismas.

En las máquinas que no cuentan con un sistema que ayude al auto-transporte, es importante contar con un sistema que facilite el giro de las ruedas, de la posición de transporte a la de trabajo.

Estos sistemas además sirven como gato hidráulico en el caso que sea necesario cambiar un neumático por roturas durante el trabajo (Figura 10.27).



**Figura 10.27.** Sistemas de levante hidráulico para el cambio de posición de transporte y trabajo de las ruedas de la máquina.

En algunos casos también existe una regulación de la altura de las ruedas, para modificar la altura de la maquina a los fines de elevarla durante el trasporte, para facilitar éste hasta que se llega al lugar donde serán confeccionadas las bolsas.

## Embolsado

Una de las características destacables y que no muchas veces se presta atención en las máquinas embolsadoras, es que el puesto de operador y todos los comandos se encuentren en el lateral opuesto al que se halla ubicado el motor.

Además de la ergonomía, menor nivel de ruido, se debe destacar el calor que se sufre en la temporada de trabajo y que obviamente incrementa el agotamiento de los operarios expuestos constantemente a altas temperaturas (Figura 10.28).



**Figura 10.28.** Máquina embolsadora con el puesto de comando ubicado en el lateral opuesto al motor.

Desde el punto de vista de la tracción o motor de las máquinas embolsadoras, cabe señalar que desde hace varios años, prácticamente se dejaron de usar las máquinas accionadas con la TDP del tractor.

Esto se debió principalmente a que el sistema de ensilaje se siguió haciendo en forma casi exclusiva por contratistas.

En los últimos tiempos y debido a que la ganadería se está atomizando en diferentes puntos geográficos y donde el acceso de los contratistas en algunos casos se demora o bien se está necesitando una mayor cobertura, se comenzó a ver una nueva demanda de maquinaria de menor costo, sin motor y accionadas con la TDP del tractor, para contratistas locales chico o bien para producciones particulares que deciden confeccionar sus propios silos embolsados.

Cabe destacar que esa es una importante alternativa también para las fábricas de embolsadoras, para el mercado de exportación a otros países, en donde las escalas son menores o bien no está desarrollada la figura del contratista y los productores independientes desean confeccionar sus propios silos en bolsa.

### Otros sistemas de trabajo

Cabe destacar que el sistema de peine con rotor y freno por discos con cables de acero, no es el único sistema de embolsado.

Los orígenes del embolsado en la Argentina fueron dados también por máquinas con un sinfín que introducía el material dentro de la bolsa y un freno en la rueda que ejerce el efecto de acción y reacción (Figura 10.29).

## Embolsado



**Figura 10.29.** Sinfín de compactación dentro del túnel.

En la actualidad, ese sistema de trabajo, quedó casi 100% delimitado a la confección de silos de grano con alto contenido de humedad.

Este tipo de máquinas, trabajan con bolsas de 4 y 5 pies de diámetro principalmente y están equipadas con una tolva de recepción del grano.

Este grano pasa por un sistema de dos rodillos acanalados, que tienen una velocidad diferencial (similares a los que poseen las máquinas picadoras), que parten los granos con mayor o menor intensidad para luego introducirlos dentro de la bolsa (Figura 10.30).



**Figura 10.30.** Sistema de ajuste de los rodillos quebradores de granos.

El freno de estas embolsadoras se realiza mediante un freno en la rueda que puede ser mecánico o bien con un freno a discos, con el cual se deben tener las mismas recomendaciones de cuidado que se detallaron anteriormente.

Se debe destacar que, cuando se trabaja con máquinas que poseen frenos en la ruedas, hay que ser especialmente cuidadoso en la elección del terreno donde se confeccionará la bolsa para evitar que las ruedas patinen, disminuyendo la compactación dentro de la bolsa, con los problemas que esto origina (Figura 10.31).

## Embolsado



**Figura 10.31.** Regulación del freno hidráulico en las ruedas.

Una precaución que por práctica no deja de ser interesante es, cuando hay pendiente, confeccionar siempre las bolsas cuesta arriba para favorecer el freno de la máquina (Figura 10.32).



**Figura 10.32.** Embolsadoras de grano húmedo, con tolva de recepción y sistema de freno en las ruedas.

### Finalización de la bolsa

Todas las bolsas tienen una marca que indica la proximidad del final de la misma, la cual debe ser respetada para poder cerrarla con facilidad, de lo contrario faltará nylon para atarla en el final, ocasionando pérdidas de material por tener que retirar forraje del interior para realizar el sellado, o bien correr el riesgo de un cierre defectuoso, lo cual ocasionaría inconvenientes al momento de la fermentación (Figura 10.33).



**Figura 10.33.** La marca roja es la que indica que no se debe seguir llenado la bolsa para realizar un correcto cerrado de la misma.

## Embolsado

Es importante que en los días de mucho viento se finalice la bolsa uno a dos pliegues antes de la marca fijada, debido a que por lo general resulta bastante complicado cerrar la bolsa, debido a que el film flamea y el plegado no se realiza en forma prolija.

Un aditamento con el que cuentan algunas embolsadoras, es un doble fondo con un sistema hidráulico que permite introducir todo el forraje que se encuentra en el túnel de compactación dentro de la bolsa, para evitar desperdicios de material y pérdida de tiempo en el cambio de la bolsa (Figura 10.35).



**Figura 10.34.** Vaciado del túnel de compactación.



**Figura 10.35.** Sistema de doble fondo que facilita el vaciado del túnel, dentro de la bolsa.

Una forma práctica para cerrar la boca es plegar el film al medio, envolver una tabla con las láminas de plástico y luego clavar otra tabla encima para asegurar el cierre (Figura 10.36).



**Figura 10.36.** Cierre de las bolsas con tablas de madera.

## Embolsado

Una vez que se finaliza con la confección del silo, éste comienza a emanar gases, los cuales deben ser eliminados para evitar el sobre estiramiento de la bolsa.

Es por ello que cuando se cierra la bolsa y si se observa que esta comienza a hincharse, se deben realizar dos cortes en forma de cruz, de una longitud de aproximadamente 10 cm, en la parte final de la misma para permitir el escape de los gases, ya que si no se corre el riesgo de romper el film por un excesivo estiramiento del mismo (Figura 10.37).



**Figura 10.37.** Bolsa inflada por emanación de gases.

No debe temerse por la anaerobiosis del material, ya que mientras exista presión positiva de adentro hacia afuera, estará saliendo gas y no entrando aire, pero cuando las presiones se equiparan, lo que generalmente ocurre entre las 24 y 48 hs después de haber realizado los cortes, los orificios deben ser sellados con la cinta especial que trae la bolsa en su caja original.

Como norma de seguridad, se debe instruir al personal que realiza este tipo de tareas, para que eviten inhalar los gases emanados del silo, ya que son tóxicos.

Debido a que la parte final de la bolsa confeccionada no contiene mucho material, es probable que en los días de viento el film flamee en exceso, corriendo el riesgo de que se produzcan roturas por resquebrajamiento del mismo, por lo que se debe poner peso como cubiertas en desuso o arena sobre el plástico para evitar este efecto (Figura 10.38).



**Figura 10.38.** Es importante sujetar el extremo de la bolsa para minimizar roturas del film.

### Apertura de la bolsa

Una vez que el material se estabilizó dentro del silo (entre 35 y 45 días dependiendo del material,

## Embolsado

humedad de confección, características climáticas, etc), ya se puede proceder al suministro del silaje resultando esencial ser cuidadoso en este proceso, a los fines de resguardar la calidad lograda y evitar las pérdidas de materia seca que elevan el costo de la ración.

La forma más eficiente para realizar la apertura es cortando el film a 45°, mirando la bolsa de costado, haciendo que el mismo plástico haga de bandeja para que no caiga material al suelo (Figura 10.39).



**Figura 10.39.** Forma correcta de abrir las bolsas

Una vez que se terminó con la operación de extracción, se debe tapar la sección abierta, rebatiendo una porción de nylon correspondiente al piso o con otro pedazo de bolsa, para evitar que el material restante se seque, tome contacto con el oxígeno del aire y mantenerlo bien aislado en el caso de ocurrencia de lluvias.

Otra de las ventajas de abrir las bolsas de la manera indicada, es que al momento de extraer el material con palas cargadoras, se evita que el forraje se caiga al piso y se ensucie con tierra, generando en algunos casos pérdidas y en otros cierto rechazo por parte de los animales.

No se debe olvidar que todos los detalles que se cuiden, a los fines de potenciar el consumo, se traducen en mayor productividad (Figura 10.40).



**Figura 10.40.** Las bolsas mal abiertas generan que el forraje se ensucie con tierra en detrimento de aprovechamiento del mismo.

Cuando se procede a abrir las bolsas por lo general se incurre en errores innecesarios, muchas veces motivados por el afán de aprovechar las mantas plásticas.

Uno de ellos es cortar las bolsas por la parte superior, para formar una manta larga que sea utilizable con algún fin posteriormente.

## Embolsado

Ese error tan común puede ocasionar que al cortar la bolsa por la parte en donde sufre más estiramiento (parte superior), la misma pueda llegar a rajarse longitudinalmente exponiendo todo el material ensilado al oxígeno del aire (Figura 10.41).



**Figura 10.41.** Las bolsas cortadas por su parte superior y en forma longitudinal tienen mayor riesgo de rotura.

Otro punto a tener en cuenta es, que cuando sopla el viento y las bolsas no están bien ubicadas, el aire puede generar tensiones en las bolsas mal cortadas o abiertas aumentando el riesgo de roturas.

### Recolección de bolsas

Para finalizar el tema de embolsado, diremos que es necesario, no solamente una correcta confección de las bolsas, y su utilización, sino también un consciente cuidado del ambiente de trabajo, teniendo en cuenta que el trabajo diario debe incluir una correcta recolección de los trozos de polietileno utilizado.

Es común ver, que en los establecimientos en los que no se presta atención a este detalle, a lo largo de los años se va acumulando una cantidad de film en los lotes que luego es bastante complicado eliminar en su totalidad.

Por ello el trabajo diario tiene que incluir la recolección del plástico que fue utilizado.

Ya hace unos años que existen empresas dedicadas a la recolección y reciclado, del plástico que fue utilizado, lo que facilita en gran medida esta tarea (Figura 10.42).



**Figura 10.42.** Los restos de polietileno, deben ser recolectados en tiempo y forma para evitar que la contaminación se propague por todo el campo.

## Extracción y suministro de silaje

Pablo Cattani, Mario Bragachini, José Peiretti

**Del total de pérdidas de cantidad y calidad de MS producidas en el proceso de silaje, más del 40% son debidas a deterioros ocurridos en el momento de la apertura del silo y durante el suministro.**

Como regla de oro y anticipando los conceptos que serán detallados en este capítulo, se puede adelantar que para hacer eficiente el proceso de extracción de silaje se deben respetar dos preceptos.

- Se debe extraer de la cara expuesta del silo, entre 30 y 40 cm diarios.
- Todo el material extraído debe ser consumido dentro de las 24 hs.

El deterioro aeróbico ocurre cuando el material ensilado es expuesto al aire, cambiando la composición química, PH y temperatura, alterándose tanto la calidad como la cantidad de forraje. Los hongos, levaduras y bacterias presentes en el silo, consumen los hidratos de carbono del forraje y los productos finales de la fermentación, produciendo dióxido de carbono, agua y calor. Como resultado de estos procesos existe un aumento de la temperatura y el PH, pérdida de nutrientes e incremento en los porcentajes de FDN y FDA.

El forraje deteriorado por acción del oxígeno, se presenta normalmente descolorido y conteniendo toxinas, las cuales pueden provocar serios trastornos, dependiendo del nivel de consumo.

Cuando existe proliferación de hongos en los forrajes dañados, el inconveniente más grave es que este material presenta elevadas concentraciones de estrógenos, pudiendo ocasionar abortos en animales con preñez temprana alimentados durante periodos prolongados con este tipo de alimento, además de reducir la resistencia a infecciones, particularmente la mastitis.

La estabilidad aeróbica o "vida del silo" es el tiempo que el silaje permanece con temperatura normal, cuando esta siendo expuesto al aire. Puede variar desde menos de una hora hasta varios días, teniendo en cuenta que lo ideal es que no se exponga el material más de 24 hs, siendo afectada esta estabilidad por diversos factores tales como:

- **Presencia de Oxígeno:** la tasa de crecimiento de los microorganismos aeróbicos decrece cuando el nivel de oxígeno es inferior al 5% (se debe tener en cuenta que en el aire existe un 21% de oxígeno). Cuando las condiciones de ensilado permiten la entrada de O<sub>2</sub>, por un bajo nivel de compactación y sellado deficiente, se favorece el crecimiento de estos organismos y se acorta la vida del silo cuando se lo abre.
- **Presencia de dióxido de carbono:** el CO<sub>2</sub> inhibe el desarrollo de organismos aeróbicos, especialmente cuando la concentración excede al 20%.
- **Cantidad de microorganismos aeróbicos:** a mayor cantidad de microorganismos presentes en el silo, más rápido será el deterioro causado por el aire. Los silajes mal tapados permiten la multiplicación de estos microorganismos durante el almacenaje.
- **Contenido de MS del cultivo:** cuando mayor es el porcentaje de materia seca del silo, resulta más difícil la compactación del mismo y es por ello que existe una mayor tendencia al calentamiento.
- **Temperatura:** las altas temperaturas durante el proceso de confección, el almacenaje y la

## Extracción y suministro de silaje

extracción, incrementan la velocidad de multiplicación de los microorganismos y esa es una de las razones por las cuales la vida del silo es más corta en verano. Sin embargo la mayoría de los microorganismos mueren cuando las temperaturas superan los 43°, teniendo en cuenta que antes de llegar a esos rangos de temperatura ya produjeron daño (Figura 11.1).

- **Especies ensiladas:** los silajes de leguminosas son más estables que los de gramíneas, debido aparentemente a la elevada concentración de fermentos ácidos, el bajo contenido de azúcar residual después de la fermentación y la producción durante la fermentación de compuestos que mejoran la vida del silaje.
- **Concentración de fermentos ácidos:** los producidos durante la fermentación (láctico, acético y butírico), suprimen el crecimiento de los microorganismos, especialmente cuando se combinan con un PH bajo. Los cultivos con alta capacidad buffer, como las leguminosas, son mucho más estables en la presencia de aire, en contraposición del silaje de maíz, que por tener baja capacidad buffer tiende a tener menos estabilidad.



**Figura 11.1.** En algunos casos se evidencian las altas temperaturas, pero siempre es causa de pérdidas de energía en el silo.

Es de suma importancia que estos factores tengan la menor incidencia posible en la calidad del silo, para lo cual se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Cálculo del consumo diario del rodeo a suplementar:** para extraer y suministrar sólo la cantidad de silaje que se consumirá en cada operación de suministro. Nunca debería permanecer silaje fresco en los comederos más de 24 hs.
- **Utilización de un sistema mecánico de extracción:** teniendo en cuenta que éste realice la mínima alteración posible de la pared expuesta y la masa de silo, para minimizar la entrada de oxígeno a esta última.
- **Programación de la arquitectura del silo (ancho y altura de la pared expuesta), de acuerdo al consumo diario:** tratando siempre de extraer no menos de 30 cm ó 40 cm por día de la pared expuesta. Generalmente se comete el error de diseñar los silos con un frente expuesto excesivamente ancho y con poca altura, en vez de hacerlos angostos y altos para ofrecer menos superficie de perdidas en el almacenaje y en la pared expuesta durante el suministro. Cuando el cálculo de extracción indica que se deben hacer silo demasiado angostos y esto no es posible, se lo debe construir de un ancho que sea múltiplo del resultado arrojado por ese cálculo
- **Los muestreos y el análisis se deben realizar una vez estabilizado el material:** teniendo en cuenta que los silos aéreos demoran más tiempo que los silos embolsados para alcanzar la

## Extracción y suministro de silaje

estabilización definitiva. Este tiempo, también depende de la especie ensilada y es por ello que conviene esperar mayor cantidad de días cuando se trata de silos de leguminosas, con respecto a los de gramíneas. En líneas generales, se deberá esperar alrededor de 40 días para asegurarse la estabilización del forraje ensilado, a los fines de que los análisis reflejen la calidad de alimento que recibirán los animales durante el suministro.

La obtención de un correcto resultado de los análisis, resulta de suma utilidad debido a que se podía conocer con bastante aproximación la potencialidad productiva del silo, sirviendo como herramienta de planificación para el cálculo de raciones sobre la base de los demás recursos forrajeros disponibles.

En la toma de muestras, por lo general, se elige el sector medio de los silos, en el que la calidad es óptima y es por ello que los análisis de laboratorio por lo general indican buenas calidades.

Debido a que no toda la masa del silo presenta dicha calidad, por efecto de los desperdicios ocasionados durante la confección y almacenaje, más las fases de transición con calidades intermedias, es importante que los porcentajes de pérdidas sean considerados para la estimación de la MS disponible, a los fines de que el presupuesto forrajero no se vea afectado por una mala observación del volumen útil de forraje.

Una vez iniciado el suministro, para balancear la dieta y tener datos exactos del valor nutritivo del alimento proporcionado a los animales, se deben sacar muestras de los comederos para una determinación de calidad mediante análisis químicos, conociendo de esta forma el nivel de pérdidas que se producen durante la extracción y suministro, obteniendo un dato más real de la respuesta animal esperada.

Con respecto al método de extracción y acondicionamiento de la muestra será tratado en el capítulo correspondiente, pero a modo de adelanto se puede decir que lo más importante es que la misma debe ser representativa, procurando alterarla lo menos posible durante la extracción para evitar mayores incidencias por contacto con el oxígeno.

### Extracción y desensilado

En la decisión de la compra de un equipo para la extracción de silaje, se deben considerar algunos factores como el cálculo de la escala productiva que pueda hacer rentable la inversión, los días de uso anual y la intensidad de uso diario, el equipamiento del tractor, el grado de capacitación de los operarios para el manejo, el cuidado de los equipos, etc.

La mecanización debe estar al servicio de la empresa ganadera y es por ello que tiene que estar dimensionada de acuerdo al silo y a la cantidad de forraje que sea necesario suministrar diariamente y a lo largo del año.

Como dato orientativo para el cálculo en el trabajo, se considera que **un metro cúbico de silaje de maíz o sorgo promedio puede pesar entre 650 y 750 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo del nivel de Materia Seca, la compactación lograda durante su confección y el contenido de grano al momento de ser picado.**

Siempre es necesario y conveniente, hacer una medición de esta densidad, para no fallar en los cálculos.

## Extracción y suministro de silaje

Actualmente hay tendencias en las que se trata de lograr silos de entre 850 y 900 kg/m<sup>3</sup>, pero se debe hacer un buen análisis de costo de confección para evaluar su conveniencia..

Dentro de las virtudes que se buscan en la maquinaria utilizada para la extracción, se deben destacar las siguientes:

- **Versatilidad:** para trabajar correctamente extrayendo silaje de pasturas, maíz y sorgo picado fino de planta entera o bien de grano con alto contenido de humedad, además de permitir otras alternativas de uso.
- **Costo reducido:** el valor de compra no debe tornar prohibitiva su adopción, además de permitir una amortización acorde al modelo productivo en el que se utilice, para no encarecer demasiado el costo por kg de MSD proporcionado al rodeo.
- **Maniobrabilidad:** este aspecto es de vital importancia, dado que no siempre se cuenta con operarios capacitados para su manejo. Se debe tener en cuenta que algunas veces el operario habitual de la herramienta, puede estar imposibilitado de trabajar, por lo que debe permitir el fácil manejo sin un entrenamiento intensivo.
- **Rapidez de trabajo:** que permita minimizar el tiempo operativo de extracción para alimentar una mayor cantidad de animales, con menor costo de inversión y mano de obra.
- **Durabilidad y robustez:** debe ser de construcción robusta y no sufrir desgaste prematuro, dado que en un sistema de producción intensiva donde el silo es uno de los componentes principales de la dieta, la falta de servicio del extractor puede ocasionar grandes alteraciones al sistema por lo que los riesgos de roturas deben disminuirse al máximo.
- **Calidad del trabajo realizado:** el equipo debe extraer el material con la menor alteración de la estructura de la pared expuesta, ya que esto supone una aireación en profundidad de la masa del silo, provocando la oxidación del material con pérdidas importantes de cantidad y calidad.

Una forma práctica para estimar las pérdidas de material expuesto al contacto con el aire en el silo, es mediante un termómetro ya que por cada 10° C sobre la temperatura ambiente, se supone una pérdida del 1% diario del material ensilado.

Si bien en los últimos años se ofrecieron en el mercado innumerable cantidad de herramientas para la extracción del silo, se describirán a continuación las que aún actualmente tienen mayor adopción, destacando que quizás lo más práctico y versátil, son las palas frontales que cuando están bien operadas ejercen un excelente tratamiento a la pared del silo y ofrecen una muy buena versatilidad en su uso multiplicándolo en otras actividades como por ejemplo limpieza de corrales, construcción de silo, movimiento de tierra, etc.

### I. Extractores de silo tipo pala frontal, con acople y desacople rápido al tractor

Tal como se dijo anteriormente, la mayor virtud para la adopción de las palas frontales es que son sumamente versátiles para utilizarlas en otras actividades o tareas en los establecimientos ganaderos.

Por otra parte estos implemento presentan un sistema de acople rápido de diferentes tipos de herramientas, para ser montados en su frente dando versatilidad para la carga de rollos de heno, carga de rollos de henolaje, una hoja para compactar durante la confección de los silos o uñas para la carga de fardos pallets de cualquier tipo.

En lo que respecta a la extracción de silo, se debe considerar la forma de trabajo.

## Extracción y suministro de silaje

La manera correcta de realizarlo con el balde de carga es raspando la cara expuesta del silo de arriba hacia abajo para desmoronar material del frente expuesto y luego cargarlo normalmente (Figura 11.2).



**Figura 11.2.** Primero se debe raspar la superficie del silo para luego cargar el material disgregado.

Este procedimiento se justifica, porque si se ataca de frente la pared expuesta se estará forzando el embrague del tractor y posiblemente, si se hacen movimientos con el balde sobre la pared del silo, se lo puede desagregar o descompactar favoreciendo la entrada de oxígeno al mismo.

Cuando se toma la decisión de compra de una pala para acoplar a un tractor se debe tener en cuenta que cuando ésta se acople, el balde no pase demasiado lejos del frente del tractor.

Esto se debe a que, cuanto mayor sea la distancia del balde al frente del tractor mayor será el brazo de palanca que ejerza y por lo tanto mayor será el esfuerzo en el eje delantero del tractor (Figura 11.3).



**Figura 11.3.** La gran distancia del balde al eje del tractor aumenta el brazo de palanca e incrementa la fatiga del tren delantero.

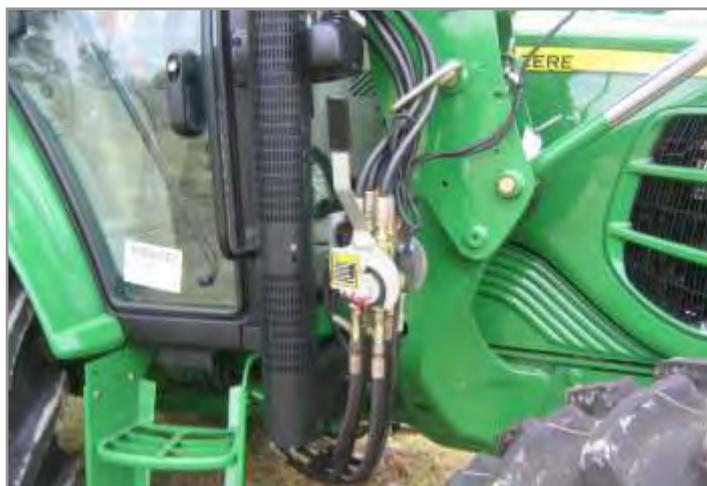
Aunque parezca un dato no muy importante, el tema de evitar roturas en el tractor, se debe considerar que si se cuenta con un solo equipo de extracción de silo, el día que este presenta fallas, ese día se verá imposibilitado de alimentar el rodeo, con los trastornos alimenticios y pérdidas de eficiencia productiva que esto significa.

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.4.** La menor distancia al frente del tractor y la doble tracción dan seguridad al sistema.

Otro de los puntos destacables del implemento es que permitan un acople y desacople rápido al tractor, a fines de liberarlo para otro tipo de tareas sin necesidad de cargar con peso excesivo, mientras que no se lleva a cabo la tarea de extracción de silaje (Figura 11.5).



**Figura 11.5.** Sistema de acople rápido de sistemas hidráulicos para liberar el tractor.

Por último diremos que sería interesante contar con un sistema que en vez de bajar el frente del balde para la descarga, pueda levantar la parte trasera del mismo, para aumentar la altura de descarga con el mismo brazo portante y para evitar los impactos en los acoplados cuando se descarga, ya que durante esa operación existe un punto ciego en donde el operador no sabe si el forraje cayó en su totalidad o no, corriendo riesgos de golpear el lateral de los acoplados (Figura 11.10).

Cabe destacar que un solo golpe no va a dañar un acoplado, pero si se golpea con cada palada de forraje, se va a acelerar el desgaste del mismo.

Otra de las ventajas del sistema de palas cargadoras es que al mismo brazo se le puede acoplar una "mordaza hidráulica", construida con púas, que sí permite atacar de frente el silo sin mayores esfuerzos para el tractor aumentando la productividad del equipo por trabajar con mayor rapidez y menos maniobras (Figura 11.11).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.10.** El movimiento de la parte posterior del balde es más conveniente que el descenso del frente.



**Figura 11.11.** Aditamento específico para la extracción de silaje acoplado a un cargador frontal.

En lo referente al tractor adecuado, diremos que debe presentar tres características destacables:

Que cuenten con doble tracción, para tener el eje delantero reforzado además de una buena tracción en los suelos difíciles que presenta todo silo, que tengan una marcha ultra lenta, para poder aproximar fácilmente al lugar de descarga con mínimo riesgo de impactos y que presenten un sistema de reversor de marcha, para poder cambiar el sentido de avance sin necesidad de pisar el embrague, lo que disminuye la fatiga y aumenta la vida útil del tractor (Figura 11.12).



**Figura 11.12.** El reversor de marchas alivia la fatiga en la operación y disminuye el desgaste del tractor.

## Extracción y suministro de silaje

### Resumen de las características de este tipo de herramientas

#### Ventajas

- Alta maniobrabilidad.
- Versatilidad de uso.
- Buena capacidad de trabajo.
- Costo razonable.

#### Desventajas

- Remoción del frente de exposición en el caso que los operarios no trabajen en la forma adecuada, lo cual puede disminuirse con la adopción del kit, con mordaza tipo peine hidráulico.

### 2. Extractores tipo fresa

Estas máquinas, cuentan con un rotor equipado con cuchillas en su periferia que gira a gran velocidad accionado hidráulicamente, disgregando el material expuesto impulsándolo contra una chapa orientable para enviarlo al acoplado o turbina de elevación (Figura 11.13).



**Figura 11.13.** Fresa adosada a una batea para su suministro.

En el mercado se ofrecen como fresas independientes con una turbina de descarga, adosadas a una batea mezcladora que se ocupa generalmente en explotaciones de menor escala o bien adosadas a los acoplados mixers (Figura 11.14).



**Figura 11.14.** Acoplados mixer con fresa incorporada.

## Extracción y suministro de silaje

Las fresas independientes pueden estar montadas sobre estructuras de paralelogramos deformables similares a las empleadas en los elevadores de rollos (Figura 11.15).



**Figura 11.15.** Fresa de extracción y soplado a un acoplado.

El accionamiento de posición y rotación es en forma hidráulica y extrae capas de 10 a 20 cm de espesor por pasada.

Una ventaja que presenta este sistema de extracción de silaje y quizás la más representativa es el excelente tratamiento que da a la superficie expuesta del silo (Figura 11.16).



**Figura 11.16.** Excelente tratamiento de la pared expuesta del silo por parte de las fresas.

Dentro de sus desventajas se puede decir que es bastante lento y poco versátil, ya que se utiliza solamente para la extracción de silaje.

Un punto a tener en cuenta es que la mayoría de las veces produce un repicado de forraje, triturando y achicando el tamaño de partícula del forraje ensilado, pudiendo llegar a ocasionar problemas ruminales (por falta de fibra efectiva) o bien de baja eficiencia de utilización del silaje por acelerar la tasa de pasaje a nivel ruminal del mismo por un reducido tamaño de partícula (Figura 11.17).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.17.** Se debe tener especial cuidado con el triturado del material, porque reduce (y hasta elimina), la fibra efectiva.

Para que esto no ocurra, las fresas utilizadas deben tener su rotor que gire a bajas revoluciones pero con mucha fuerza para extraer el silaje y no triturarlo.

Otros de los usos que se trató de dar a este sistema es que adosado a los acoplados mixers, se utilice para cargar heno. Sabiendo que la función del heno en una dieta, generalmente es agregar fibra (principalmente efectiva), este efecto quedaba anulado al producir una reducción del tamaño de partícula, además de producir triturado y pulverizado de las hojas del heno producido, las cuales son una excelente fuente proteica.

Al respecto, se aconseja en la medida de lo posible no utilizar fresas para la carga de heno, en los acoplados racionadores.

### Resumen

#### Ventajas:

- Costo razonable, dado que puede ser un adicional del acoplado mixer.
- Excelente tratamiento de la pared expuesta del silo.

#### Desventajas:

- Necesita un tractor con un excelente sistema hidráulico (buen caudal y presión).
- Escasa versatilidad de uso.
- Triturado excesivo de la fibra

### 3. Extractor de bloques

Son equipos que están montados sobre el tractor, ya sea en la parte frontal o en el acople de tres puntos. Consta de una barra con púas horizontales que se clavan en la masa del silo, y un cuchillo de corte alternativo impulsado por un motor hidráulico, que corta en bloque aproximadamente 700 - 800 kg de material.

Esto extractores, prácticamente se dejaron de utilizar en nuestro país ya que presentaban como desventaja una baja capacidad de trabajo, además de que en el caso de utilizar acoplados mixers, depositaban desde gran altura un bloque compacto y pesado que aceleraba el desgaste del acoplado.

## Extracción y suministro de silaje

Son aptos para explotaciones muy pequeñas, en donde no se utilizan acoplados de suministro sino que el silaje es dado en forma directa.

Una ventaja de estas herramientas, es que dejaban un trabajo considerablemente bueno en la pared expuesta de los silos (Figura 11.18).



**Figura 11.18.** Cuchillo de extracción de silaje.

### Ventajas:

- Buen tratamiento de la pared expuesta del silo.
- Corte perfecto y pocas pérdidas.

### Desventajas:

- Alto costo de inversión.
- Poca versatilidad de uso.
- Baja adaptabilidad para suministro del silo con acoplados mezcladores mixer.
- Intervención manual para el reparto final del silo a los animales.
- Necesidad de recorridos lentos y por caminos parejos para evitar sacudidas que puedan romper el bloque.
- No se adaptan para trabajar con silo embolsado.
- Necesidad de contar con un silo muy bien picado y compactado. Esta característica se debe tener en cuenta para que trabaje correctamente el equipo.

**Dentro de las características buscadas en las herramientas de extracción, es que se adapten a cualquier estructura de almacenaje, sea silo aéreo o silo bolsa, con igual eficiencia y calidad de trabajo en ambas alternativas de confección de silos.**

**La herramienta que mejor se adapta a todo tipo de silo, sin sacrificar calidad ni capacidad de trabajo son las palas cargadoras.**

### Acoplados Mixers

Para producciones de leche inferiores a los 15 litros/vaca/día es necesario tener buena genética, sanidad y ofrecer a los animales una adecuada cantidad de forraje diario.

## Extracción y suministro de silaje

Para producciones de 15 a 20 litros/vaca/día deben satisfacerse las necesidades de alimentación en cantidad y calidad, y para lograr producciones superiores a los 20 litros/vaca/día el rodeo debe ser alimentado con dietas balanceadas desde el punto de vista proteico y energético. Por esta razón, hay autores que sostienen que las vacas lecheras de alta producción deben ser alimentadas con dietas cuya concentración energética sea superior a las 2,4 Mcal/kg MS, de acuerdo a su nivel de producción y capacidad de consumo, y los porcentajes de proteína bruta entre el 14% y el 16% sobre el total de MS de la dieta.

Estos conceptos también deben ser tenidos en cuenta cuando se trata de producciones intensivas de carne, en donde las altas ganancias individuales favorecen la eficientización del sistema con una reducción del costo del kg de MSD con que se alimenta a los rodeos.

Los sistemas de alimentación pastoriles de zonas templadas, presentan un aceptable nivel de energía y exceso de proteínas en la mayoría de las épocas del año, en tanto que en zonas más tropicales, en algunas épocas del año, también puede haber defectos en los niveles de proteína, y quizás un exceso de fibra en la dieta.

Los conceptos nutricionales también indican que aunque la dieta diaria esté balanceada en términos de energía y proteínas, puede existir asincronía en la fermentación energética y proteica cuando las vacas se alimentan sólo de pasto (animal en pastoreo), sólo de concentrado (animales en suplementación), o sólo de silaje (animales con encierre en piquetes).

Lo ideal es suministrar una dieta balanceada, pero con todos los ingredientes uniformemente mezclados o bien aumentar la frecuencia de alimentación de los distintos recursos que se utilizan, para sincronizar el momento de digestión a los fines de lograr un equilibrio ruminal.

**Todas estas consideraciones nutricionales, indican que en sistemas productivos intensivos de carne o leche, la dieta debe ser balanceada desde el punto de vista energético y proteico y los ingredientes que se suministren deben estar mezclados de manera uniforme, respetando el tamaño de la fibra incorporada a la ración para estimular la actividad ruminal.**

Para lograr esto puede ser necesaria la utilización de acoplados mezcladores de alimentos, que permitan (a través de una balanza electrónica), conocer la cantidad exacta de cada uno de los componentes de la ración y también el volumen suministrado de acuerdo al consumo estimado.

Cuando se piensa en la incorporación de los acoplados mezcladores, para la elaboración y homogenización de las dietas, se debe tener en cuenta que los mismos deben brindar la máxima confianza al usuario a lo largo de su vida útil.

Por ello además de la calidad y robustez de construcción, estos implementos deben brindar al usuario un excelente servicio de postventa, con una correcta puesta en marcha de la unidad y disponibilidad de repuestos inmediata, para que un accidente o falla de material no influyan negativamente en el trabajo planificado, ni pongan en riesgo los sistemas productivos que necesitan de una alimentación balanceada y constante a lo largo del tiempo.

**Otro de los puntos a considerar es que, debido a la presión de consumo a la que son sometidos los animales de alta producción, se hace necesario el suministro de fibra efectiva para mejorar la movilidad ruminal, el efecto de scratch (raspado y autolimpieza de la pared ruminal) y favorecer la insalivación para lograr equilibrio en el PH ruminal.**

## Extracción y suministro de silaje

Por estos motivos resulta conveniente incorporar heno a la dieta, del cual debe conocerse la calidad para establecer la proporción a consumir por cada animal.

De allí surge la importancia de los acoplados mixer, que permiten incluir el heno a la ración conociendo sus proporciones, confeccionando la ración en una sola operación de desmenuzado y mezclándolo con menor requerimiento de mano de obra y tiempo.

### **Aspectos a considerar, previo a la incorporación de los acoplados mixers**

Antes de la incorporación de los acoplados mixer a las explotaciones, es importante tener en cuenta algunos aspectos, para que de esa forma se pueda realizar un trabajo eficiente sin tener problemas por falta de planificación, lo que daría como resultado el incremento del costo de amortización del equipo.

- Humedad de la ración.
- Frecuencia de alimentación.
- Incorporación de heno a la dieta.
- Disponibilidad de tractor.
- Realización de la mezcla.

#### **1. Humedad de la ración**

Al realizar la presupuestación para la alimentación de los rodeos, siempre se habla de volumen de MS (Materia Seca), por animal y por día, para lograr los índices de ganancia de peso o litros de leche previstos.

Cuando se implementa el sistema de alimentación o suplementación, utilizando acoplados mezcladores para la elaboración y suministro de la ración, es importante tener en cuenta el volumen de material que se estará suministrando por día para calcular los tiempos operativos y el número de viajes a realizar, de modo tal que el mixer no este subutilizado, ni tampoco llegar a tener el inconveniente de no poder alimentar todo el rodeo con el mixer adquirido por falta de capacidad de trabajo del mismo.

A pesar de que siempre se habla de MS suministrada, es muy importante considerar cuál es el porcentaje de humedad de la ración, para tener en cuenta el volumen de flete muerto que se deberá asumir debido al transporte de agua en la mezcla.

Se debe tener presente que cuando se formulan raciones con ingredientes de bajo porcentaje de MS, se incrementa el número de viajes necesarios para alimentar a los rodeos, con lo que se podría poner en riesgo el éxito de la implementación del sistema si no se realiza una correcta correlación entre estos dos factores (% de MS del forraje y volumen del acoplado mixer).

#### **2. Frecuencia de alimentación**

Es sabido que cuando la ración se entrega a los animales dividida en varias veces al día, se puede obtener una mejor performance de producción, debido a un equilibrio en el ambiente ruminal (dependiendo de las características de la ración formulada).

Cuando se trabaja con dietas de alta concentración energética, también es conveniente dividir las entregas diarias por una cuestión de seguridad ya que si existe algún error en el suministro, se

## Extracción y suministro de silaje

corren menos riesgos de intoxicación de los animales, porque los volúmenes manejados son inferiores.

De todos modos, a los fines de reducir el costo de mano de obra y simplificar los sistemas operativos, se considera poco práctico entregar la ración diaria en más de dos o tres veces, siendo suficiente, en numerosas explotaciones, el suministro en una sola entrega diaria.

La frecuencia de alimentación, es un factor a tener en cuenta para poder calcular y presupuestar el número de viajes que se realizarán diariamente y el volumen necesario, en la batea del mixer, que se vaya a incorporar al sistema productivo.

### 3. Incorporación del heno a la dieta

Si bien algunos acoplados mixer, permiten el procesado de fibra larga en forma de heno para su incorporación a la ración, es sabido que su costo de adquisición es mayor.

Siempre se debe estudiar la forma en la que se suministrará el heno a los rodeos, para que las inversiones que se realizan se puedan amortizar de la mejor manera posible, ya que de nada sirve tener un acoplado de alto costo inicial, si su utilización en el procesado de fibra va a ser muy esporádico.

### 4. Disponibilidad del tractor

En la adquisición de los acoplados mixer, también esta comprometida la incorporación de un nuevo tractor al sistema, el cual puede ser determinante del equipo a incorporar y por ello deben estudiarse las alternativas existentes dentro de la explotación, antes de decidir la compra del acoplado racionador.

Cuando en el establecimiento se dispone de un amplio parque de tractores y con diversas gamas de potencia, no existe mayor problema en la determinación del mixer que se va a comprar, ya que su accionamiento no es una limitante.

En algunas ocasiones no se tiene acceso a tractores de gran potencia y el mixer adecuado para ese sistema productivo tiene un alto requerimiento de CV. En esos casos se debe pensar en los equipos que vienen provistos con reductores de potencia, que si bien tienen un valor inicial más elevado, al final de la ecuación, reducen el costo total del equipo por permitir el accionamiento mediante tractores más pequeños.

### 5. Realización de la mezcla

A nivel general, se puede decir que en el mercado existen dos sistemas principales de mezcla, estableciendo de esa forma una primera clasificación:

- Mixers con sistema de mezcla vertical
- Mixers con sistema de mezcla horizontal

En esta primera clasificación se puede mencionar, que los primeros son muy eficientes en cuanto a la mezcla, en algunos casos permiten el agregado de fibra larga seca (heno) a las dietas y son eficientes en el aprovechamiento del espacio de la batea, ya que el material necesita trasladarse menos para que se realice la mezcla.

En los sistemas de mezcla horizontal, que por lo general son realizados por un número variable

## Extracción y suministro de silaje

de sinfines horizontales, se necesita mayor espacio para la circulación y mezcla del material, haciendo mas ineficiente el volumen de la batea, además que hay que ser cuidadosos con el tiempo de mezclado.

Cuando se trabaja con sistemas de mezcla horizontal, y se sobrepasa el tiempo ajustado de mezcla, la ración tiende a aglomerarse generando lugares en donde los componentes tienden a separarse generando problemas de "sobremezclado", o sea separación de algunos componentes de la ración por su peso específico.

En todos los casos y cualquiera sea el sistema de mezcla utilizado, resulta indispensable la incorporación de balanzas electrónicas ubicadas en un lugar bien visible y cómodo para el operario, de modo que le permita conocer en forma exacta las proporciones de alimentos que se están mezclando y la cantidad depositada en cada comedero al momento del suministro.

Estas balanzas, cuentan en la actualidad con una computadora, que memoriza hasta 100 raciones distintas con 20 ingredientes cada una, además de señales acústicas y/o visuales para indicar al operario la cantidad exacta de carga o descarga.

Estas balanzas cuentan con una memoria de carga de cada uno de los ingredientes, con lo que se constituyen en un elemento de control sobre las cantidades de alimentos utilizados durante un periodo determinado (Figura 11.19).



**Figura 11.19.** Las balanzas facilitan el control de carga y descarga mejorando el nivel de eficiencia en la alimentación.

De esta forma se resuelven en gran medida los problemas de error humano en el suministro de concentrados, dando a todo el sistema una mayor seguridad.

Otro de los adelantos vistos en los últimos acoplados que se presentaron en el mercado, es un sistema de transmisión de datos en tiempo real, para que desde una computadora remota se pueda hacer un seguimiento de la carga y descarga de las raciones y poder controlar la gestión de alimentación, a los fines de minimizar errores y tener información al instante de las operaciones realizadas.

Una vez que se realiza la mezcla, que en tiempo promedio puede durar de 1 a 6 minutos, se procede a la descarga, la cual se realiza mediante tornillos sinfín que descargan sobre uno de los laterales del acoplado o cintas transportadoras, que descargan sobre uno o los dos laterales del mixer, dependiendo de su diseño (Figura 11.20).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.20.** Mixer con sistema de transmisión de datos en tiempo real, sobre carga y descarga de alimentos.

Debido a que dentro de un mismo establecimiento pueden existir diferentes estructuras para el suministro, dependiendo de los materiales disponibles, es importante que el sistema de descarga con que cuentan los acoplados, brinden un caudal de salida del forraje uniforme, independientemente de la altura de descarga, para que todos los animales reciban la cantidad de forraje presupuestado y facilitar el trabajo de los operarios (Figura 11.21).



**Figura 11.21.** Cuando los lugares de descarga tienen altura constante no ofrecen mayores dificultades.

Si los lugares en donde se descarga el forraje tienen alturas diferentes, va a convenir una descarga mediante tornillos sinfines, que tienen un flujo de material más constante (Figura 11.22).



**Figura 11.22.** Descarga por sinfines.

## Extracción y suministro de silaje

En tanto que si los comederos están a una altura constante, las norias con barras a modo de cangilones son igualmente eficientes (Figura 11.23).



**Figura 11.23.** Sistema de descarga de noria, con barras y cadenas.

Algunos acoplados más modernos y sobre todo los mixers verticales utilizan norias de gomas accionadas hidráulicamente, que incluso permiten la descarga de forraje a ambos lados de acoplados, haciendo más versátil el tránsito (Figura 11.24).



**Figura 11.24.** Sistema de descarga frontal con cinta de caucho que permite entregar el forraje a ambos lados del acoplado.

La apertura de la puerta guillotina que libera el material mezclado, también va a determinar el flujo de forraje que se entrega en los comederos.

A mayor apertura, más cantidad de forraje por metro de comedero se entregará y es por ello que resulta indispensable contar con una regla que mida dicha apertura para dar indicaciones precisas y asegurar una cantidad exacta en el suministro a los animales.

Una fórmula práctica para el trabajo es medir la velocidad de avance del acoplado, la apertura de puerta y controlar que siempre se trabaje con la toma de potencia del tractor (TDP), a 540 rpm., independientemente de la velocidad.

Luego se pesa el material suministrado en 1 m de comedero y de esa forma se podría cuantificar

## Extracción y suministro de silaje

en forma exacta la cantidad de alimento suministrado en forma individual, teniendo en cuenta que por lo general se calcula entre 50 cm y 60 cm de frente de comedero por animal.

Para disminuir el error humano se debe indicar al operario del mixer, la marcha en que debe avanzar y el nivel de apertura de puerta, para dosificar el volumen de forraje que recibirá cada rodeo de acuerdo a sus requerimientos (Figura I I.25).



**Figura I I.25.** Regla indicadora de la apertura de la puerta de descarga.

En los sistemas de descarga, resulta importante la incorporación de imanes que actúen como trampa de metal para los cuerpos extraños que pudieran mezclarse con la ración y caer a los comederos, ocasionando trastornos a los animales que los ingieran (Figura I I.26).



**Figura I I.26.** Trampas de metal para prevenir accidentes por la ingestión de cuerpos metálicos en la ración.

Debido a que en nuestro país, son pocos los establecimientos que cuentan con piso firme o asfaltado para el transporte de las raciones, es importante que los mixers y carros distribuidores cuenten con un adecuado sistema de traslado que ayude a disminuir el esfuerzo de rodadura.

Cuando se trabaja con suplementación diaria, es importante tener presente que los animales deben ser alimentados todos los días, independientemente de las condiciones climáticas. Por eso muy útil contar con herramientas equipadas con ejes en balancín o ruedas de alta flotación, que mejoren la transitabilidad en terrenos difíciles (Figura I I.27).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.27.** Es importante contar con sistemas de traslado que se adapten a las difíciles condiciones de suelo, para no limitar la correcta alimentación de los rodeos.

Al momento de adquirir equipos que no cuentan con un adecuado sistema de traslado, en algunos casos resulta riesgoso reemplazar el rodado original por otro de mayor diámetro, porque de esa forma se cambia el centro de gravedad del implemento aumentando el riesgo de vuelco del mismo, en el caso que sea de altura considerable.

Uno de los puntos limitantes para la adopción de los acoplados mixers, es el requerimiento de potencia, por lo que resulta de vital importancia que cuenten con un reductor de potencia para disminuir el requerimiento de los tractores empleados.

En lo que respecta a la batea de mezclado, ya existe una oferta de equipos que presentan el fondo cambiante, para abaratar los costos de reposición o bien otros en los que la batea se encuentra forrada con teflón, para disminuir el efecto corrosivo de los ácidos aumentando la vida útil de los acoplados.

Este punto debe ser especialmente considerado, sobre todo en los equipos que mezclan mediante sistemas de sinfines horizontales, los cuales ejercen un rozamiento considerable contra el fondo de la batea.

La robusticidad del chasis es un factor fundamental para que no exista desgaste prematuro del implemento por deformaciones, además de asegurar que los sensores de la balanza funcionen en forma correcta y no se descalibren con frecuencia.

En el mercado actual, existen varios tipos de acoplados procesadores de alimentos, los que se pueden diferenciar según las siguientes características:

- Acoplados procesadores que no mezclan fibras largas.
- Acoplados procesadores que pueden mezclar fibras largas como fardos o rollos de heno previamente cortados en los que generalmente los sinfines están equipados con cuchillas endurecidas.
- Acoplados que pueden procesar rollos de heno y/o henolaje enteros y que pueden tener diseños de mezcla horizontal o vertical con un sinfín en forma de tirabuzón con cuchillas para el corte y desmenuzamiento de cualquier tipo de fibra.

Los acoplados mixer pueden ser de arrastre o autopropulsados, siendo aconsejados estos últimos para rodeos grandes con comederos que tengan acceso con caminos compactados.

Cabe destacar que además pueden estar equipados con fresas de autocarga de accionamiento hidráulico, aunque son más lentos para cargar y con un requerimiento de potencia superior para su

## Extracción y suministro de silaje

funcionamiento, ya que además de transportar y accionar el sistema de mezclado, debe hacerse lo propio con el sistema de extracción. En contraposición, presentan la ventaja de realizar un trabajo prolijo por una mínima alteración de la superficie del silo, con la consiguiente reducción de las pérdidas ocasionadas por fermentación secundaria en la pared expuesta.

En cuanto a los sistema de carga externos (pala cargadora por ejemplo), tienen la demanda de un segundo tractor, pero siempre la velocidad de extracción y la flexibilidad del sistema son mas ventajosos respecto al método de autocarga.

Con respecto al tamaño ideal para cada carro, se debe tener siempre en cuenta el número de animales a alimentar, la cantidad de forraje a suministrar y la frecuencia de alimentación. La tabla siguiente presenta el volumen en m<sup>3</sup> que debe tener un mixer según la cantidad de animales y el número de comidas/día a suministrar. Como dato orientativo para la interpretación de la tabla, se puede decir que **en un mixer pueden entrar de 250 a 400 kg de forraje por cada m<sup>3</sup> de batea.**

**Tabla 11.1.** Tamaño ideal del acoplado mixer.

N° de comidas por día	Número de vacas				
	100	200	300	400	500
1	14 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
2	7 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	-	-	-
3	5 m <sup>3</sup>	9,5 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	-	-
4	3,5 m <sup>3</sup>	7 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	-
5	3 m <sup>3</sup>	6 m <sup>3</sup>	8,5 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>

En este cálculo, se tiene en cuenta una ración con el 40 % de materia seca, basada en silajes y concentrados.

En relación al tiempo de llenado y suministro estimado para un mixer, se debe destacar que en sistemas de producción bien organizados no debería exceder los 30 minutos, agregando que sin duda se pueden alimentar rodeos de mayor tamaño con carros mezcladores de 14 m<sup>3</sup>.

El inconveniente es que se debe aumentar el número de comidas por día, demandando una mayor cantidad de horas hombre en el proceso de la alimentación.

### Diferentes tipos de acoplados mixers disponibles en el mercado

Como se mencionó anteriormente existen acoplados con diferentes sistemas de mezcla, lo que muchas veces puede llegar a dificultar la decisión de cuál es el mixer ideal para cada explotación y por ello se presentan las alternativas con las cuales se dispone actualmente.

#### 1. Con sistema de mezcla horizontal

Un requerimiento que se debe considerar al usar este tipo de mixers, es que siempre debe quedar una porción de la batea vacía, para permitir la circulación del forraje y poder efectuar en forma eficiente la mezcla.

Un error muy común es no respetar este concepto sobre-cargando los acoplados y produciendo mezclas defectuosas, con las pérdidas de eficiencia que esto ocasiona.

1. Acoplado mezclador con cuatro sinfines: Pueden picar fardos de heno cuadrados y redondos, previamente desmenuzados, y tienen capacidad de mezclar muy bien todo tipo de alimentos debido a la gran cantidad de cuchillas que poseen los sinfines (Figura 11.28).

## Extracción y suministro de silaje

Los fardos o rollos de heno deben introducirse previamente desmenuzados cuando los sinfines no tienen cuchillas, sabiendo siempre que este tipo de carros se adapta mejor para forrajes bien picados.



**Figura 11.28.** Mixer con 4 sinfines, dos cortos y dos largos y que cuentan con cuchillas en la periferia de los sinfines.

**II. Acoplados de dos sinfines basales:** Por lo general hacen un trabajo similar a los anteriores permitiendo la incorporación de mayor o menor cantidad de fibra seca para su procesado y mezclado (Figura 11.29).

Estos dos sistemas son los que permiten la incorporación de heno en cantidades más importantes sin desmenuzar tanto, dentro del grupo de los acoplados de mezcla por sinfines horizontales.



**Figura 11.29.** Dos sinfines horizontales con cuchillas periféricas.

**III. Acoplado mezclador de un sinfín:** Las características son similares a las del anterior, teniendo quizás una mayor capacidad de desmenuzamiento de fibra (Figura 11.30).

En algunos casos vienen equipados con una barra batidora alojada en el medio de la batea que ayuda a eficientizar el mezclado a lo largo de la misma.

Se debe destacar que forrajes excesivamente húmedos o pobres en estructura corren riesgo de ser picados más, perdiendo su efecto como aportadores de fibra estructural necesaria para estimular la rumia.

Este problema puede verse agravado aún más en el caso que vengan equipados con el sistema de fresa de autocarga.

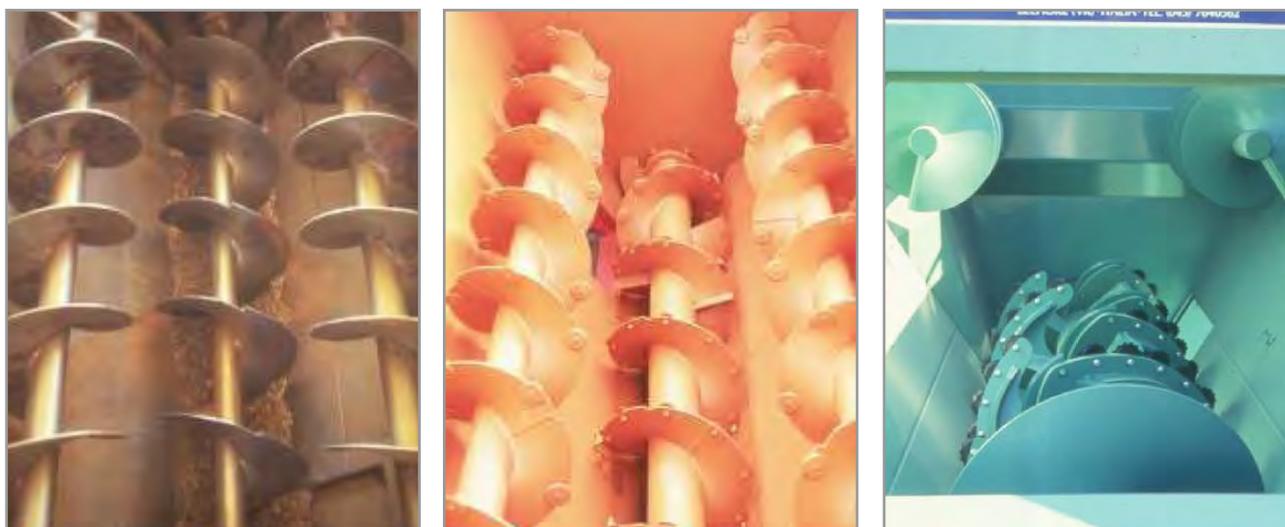
## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.30.** Sistema de 1 sinfín con cuchillas y barra batidora central.

IV. Acoplado mezclador con tres sinfines: Con estos acoplados es más difícil que el forraje sufra destrucción de su estructura, teniendo en cuenta que los sinfines también se pueden equipar con cuchillas para reducir la potencia requerida, cortar fibra y en algunos casos disminuir el tiempo de mezclado (Figura 11.31).

Algunos modelos pueden contar con sistema de autocarga mediante fresas.



**Figura 11.31.** Diferentes sistemas de tres sinfines.

### 2. Sistemas de mezcla vertical

I. Acoplado mezclador de paletas y sinfines: En estos acoplados, debido a que el forraje se mezcla por gravedad, tienen un menor requerimiento de potencia, pero son menos eficientes en el uso del volumen de la batea, por requerir más espacio para el mezclado, con un volumen útil de entre el 75% y el 80%.

## Extracción y suministro de silaje

En los modelos que no cuentan con uno o dos sinfines horizontales superiores para el desmenuzamiento de la fibra, la precisión de la mezcla va a depender de la forma y orden de carga de los componentes de la mezcla, ya que los ingredientes no son movidos a lo largo del acoplado (Figura I I.32).

Los que tienen el sinfín horizontal realizan un mezclado homogéneo y rápido de la ración.



**Figura I I.32.** Interior de mixer de mezcla vertical con paletas divididas, para repartir el esfuerzo y sinfines para el traslado longitudinal del forraje.

II. Acoplado mezclador con sinfín vertical: Estos quizás sean lo acoplados más versátiles y eficientes, aunque su difusión se ve en algunos casos disminuida, por un mayor costo de adquisición.

El sistema de trabajo, es mediante un sinfín vertical, que está equipado con cuchillas en su periferia, las que facilitan el desmenuzamiento de fibra, ya sea proveniente de rollos de heno o bien de henolaje empaquetado.

Uno de los mejores efectos que ofrecen este tipo de acoplados mezcladores, es que no realizan sobre-mezclado, además de que el nivel de desmenuzamiento de la fibra es regulable, para evitar la destrucción de la fibra efectiva en la preparación de las raciones (Figura I I.33).



**Figura I I.33.** Vistas de los sinfines de mezclado y corte de fibra.

En ellos es posible cargar directamente rollos y fardos de heno y hasta de henolaje empaquetado, para su desmenuzamiento y posterior mezclado (Figura I I.34).

Su requerimiento de potencia es un poco más elevado que el de los sistemas descritos anteriormente y la presión de desmenuzamiento se regula mediante unas uñas que entran al interior de la batea (Figura I I.35).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.34.** Carga y mezclado de rollos de heno y henolaje.



**Figura 11.35.** Exterior e interior de los frenos que determinan el grado de cortado o desmenuzado de la fibra del incorporada a la ración.

Estas uñas o frenos, al introducirse en mayor o menor medida dentro de las bateas, van frenando con diferente intensidad al forraje al paso del sinfín que está equipado con cuchillas, ejerciendo un efecto diferencial de cortado de la fibra.

Otro punto a considerar es que cuando se busca mayor volumen de carga y distribución, estos mixers, pueden contemplar diseños con doble sinfín haciendo un trabajo igual de correcto pero con mayor capacidad de trabajo (Figura 11.36).



**Figura 11.36.** Doble sinfín de mezclado en acoplado de mayor capacidad de carga y trabajo.

## Extracción y suministro de silaje

Como síntesis, se debe tener en cuenta que existen distintas posibilidades para la extracción y suministro, dependiendo de la adopción de cada una de ellas, del nivel de producción y de la estructura de cada establecimiento.

Otro de los puntos determinantes para la elección de los acoplados mixers, es la posibilidad de que éste pueda procesar trozos de rollos o fardos o bien hacerlo enteros, dependiendo de las características de las necesidades nutricionales demandadas por el rodeo que se va a alimentar.

También se debe tener presente que la elección de cada sistema en la mayoría de los casos es una decisión individual, ya que no es normal que se puedan asociar productores para la compra y uso de estos implementos.

Las herramientas de extracción y suministro son de uso diario y deben estar disponibles para racionar cuando el ganado lo necesite, independientemente de las condiciones climáticas, o desperfectos mecánicos que puedan suceder.

Antes de decidir la compra de un equipo, es conveniente asesorarse en forma precisa sobre cuál es la alternativa técnica, agronómica y económica que causará mayor impacto en la rentabilidad de la empresa; teniendo en cuenta su nivel actual de producción y el que se proyecta con la inclusión de la nueva maquinaria.

Además es necesario hacer una prueba de incorporación de heno a la ración, en el caso que existan dudas sobre la capacidad de hacerlo del acoplado que se está por adquirir.

De esta forma se podría establecer en forma más eficiente el plazo de amortización, el costo financiero de esa inversión y determinar definitivamente cuál es el sistema más adecuado de conservación y suministro de forraje a utilizar.

### Lugar de suministro

El suministro de silaje puede realizarse de diferentes maneras, desde el autoconsumo hasta comederos especialmente contruidos para tal fin.

Independientemente de las estructuras utilizadas y del nivel de inversión utilizado, se debe considerar que los métodos utilizados reúnan las siguientes condiciones:

- Que sea fácil de controlar el consumo de los animales para poder dosificar las raciones.
- Que el nivel de desperdicio sea el menor posible para no encarecer el costo de utilización por kg de materia seca producida y consumida.
- Que sean fáciles de limpiar, para potenciar el consumo, considerando que los animales rechazan el forraje viejo o descompuesto.
- Que sean de fácil acceso para hacer más ágil la operación de suministro, a los fines de bajar los costos de inversión por dimensionamiento de los equipos y el requerimiento de mano de obra en horas/hombre.

Para tal fin existen innumerables cantidad de alternativas con diferentes niveles de inversión, pero se debe tener en cuenta que la reducción en los costos de inversión por lo general van aparejados con un aumento del nivel de ineficiencia y desperdicio, lo que aumenta los costos por kg de materia seca producida y suministrada.

## Extracción y suministro de silaje

Está en la habilidad del productor, encontrar un punto de equilibrio, que lo ayude a encontrar el sistema más adecuado para su explotación, con la responsabilidad de cuantificar los niveles de pérdida y practicidad de cada sistema

El autoconsumo no es un método recomendable, debido a que la única manera de poder determinar cuánto silaje come cada animal es permitiéndole a todo el rodeo acceder al silo en forma simultánea y durante la misma cantidad de tiempo. El problema principal es que se debería construir el silo de modo tal que permita ofrecer un frente demasiado ancho y de baja altura, incrementando los porcentajes de pérdidas por una excesiva superficie expuesta.

Las cubiertas de tractor en desuso pueden constituir una alternativa más ordenada para el suministro debido a su practicidad y por posibilitar que aproximadamente 10 animales coman por cada cubierta. Para potenciar la utilización de este sistema, es aconsejable ubicarlas en lotes de pasturas que irán a roturación y cambiarlas de lugar en forma periódica, para aprovechar el bosteo de los animales como una forma de aportar fertilidad al suelo (Figura 11.37).



**Figura 11.37.** Suministro de silaje en cubiertas sobre pasturas para una suplementación estratégica.

Otra alternativa para suministrar silaje consiste en hacerlo contra un alambrado, retirando uno o dos hilos del mismo, permitiendo que los animales saquen la cabeza para acceder al alimento.

El problema que presenta este sistema son las pérdidas por contacto del forraje con el suelo, en caso que el lugar de suministro sea cambiado con frecuencia.

Cuando se adopta un lugar como semi-definitivo, ese problema disminuye ya que la superficie sobre la que se deposita el material se compacta, reduciendo las pérdidas en gran medida ya que el forraje no se ensucia tanto y favoreciendo que todo el material suministrado sea consumido (Figura 11.38).



**Figura 11.38.** Los alambrados separados con un palo por el lado de afuera, mejoran la eficiencia de utilización del forraje.

## Extracción y suministro de silaje

Una forma de sistematizar con mayor eficiencia el suministro de silaje es mediante comederos contruidos con medias secciones de tambores de 200 lts, comederos de lona montados sobre catres o bien los contruidos con lonas plásticas.

Los problemas que pueden presentar este tipo de estructuras, es que no son sencillos para su limpieza y hay que considerarlo, sobre todo en zonas o épocas del año, en que las lluvias son muy frecuentes.

A medida que la producción se intensifica comienza a justificarse la utilización de comederos fijos como piletas o bateas, teniendo la precaución de colocarlos bien afirmados sobre un piso de cemento o en terraplenes especialmente contruidos para evitar que el pisoteo de los animales formen 'pantanos' cuando llueve, provocando que se aflojen y rompan, acortando el tiempo de amortización y elevando el costo de los mismos (Figura 11.39).



**Figura 11.39.** Cuando se utilizan estructuras fijas es importante tener en cuenta dónde se las va a montar, para reducir el riesgo de roturas y bajar su costo de amortización.

En sistemas intensivos en donde la ración totalmente mezclada es casi el único alimento que reciben los animales, se pueden emplear comederos de mampostería contruidos específicamente para tal fin sobre callejones compactados, por donde circula un tractor con un mixer para llenarlos, evitando los problemas de alimentación de los rodeos en los días donde las condiciones climáticas no son favorables.



**Figura 11.40.** Comederos continuos sobre callejones firmes que facilitan el suministro.

Una gran ventajas de los comederos de sección continua sin divisiones, es la facilidad para

## Extracción y suministro de silaje

limpiarlos, incluso en forma mecánica, estimulando de esa manera el consumo ya que el alimento viejo "no contamina" al fresco posibilitando que los animales expresen todo su potencial productivo (Figura 11.41).



**Figura 11.41.** Herramienta para limpieza mecánica de comederos de sección continua.

Si embargo, la estructura mas sencilla y eficiente para el suministro del forraje, lo constituyen los pisos afirmados, con una barrera de paso para los animales, pero sin bateas ni divisorios.

De esta manera se facilita el suministro, la limpieza del lugar e incluso se potencia el consumo (Figura 11.42).



**Figura 11.42.** Planchada de suministro que resulta, económica, sencilla y eficiente para el suministro y la limpieza.

Cuando se utilizan planchadas o terraplenes, el suministro es más rápido y la limpieza se puede hacer con una uña o frente montado en un cargador frontal, extrayendo todo el material viejo en una sola pasada.

En los rodeos de alta producción y que reciben varias raciones diarias, se observa que hay una gran selección por parte de los animales, que están condicionados al paso del tractor para identificar la llegada de alimento fresco a los comederos (Figura 11.43).

Ese efecto se aprovecha, haciendo por ejemplo tres suministros de forrajes y dos pasadas diarias "arrimando" el material que los animales estaban rechazando para forzarlos a que lo consuman, gracias al "reflejo" desarrollado por el rodeo al paso del tractor.

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.43.** Procedimiento de "arrimado" del forraje para potenciar el consumo animal.

Para finalizar, se debe tener presente que cualquiera sea el tipo de comedero que se decida utilizar, lo importante es que exista **un frente de ataque para que todos los animales puedan acceder al alimento al mismo tiempo, permitiendo que todos los animales coman igual cantidad de alimento, además de evitar los problemas de dominancia existente en todo rodeo.**

### **¿Cuanto silaje extraer y cuantos animales se pueden suplementar?**

Para realizar el cálculo de la tasa de extracción de la estructura del silo, se deben tener en cuenta algunos conceptos para minimizar las pérdidas de calidad y materia seca, además de permitir que todos los animales coman alimento fresco y no degradado, para que puedan expresar su máximo potencial productivo.

La forma práctica de facilitar el consumo de alimento fresco por parte de los animales y teniendo en cuenta que el silaje (principalmente de maíz), tiene una baja estabilidad aeróbica, es extrayendo diariamente de la superficie expuesta del silo por lo menos una capa de entre 30 cm y 40 cm.

Otro de los puntos a considerar, es que el material que se extrae debe ser consumido dentro de las 24 hs, para minimizar las pérdidas por oxidación.

Es por ello que se debe calcular con precisión el volumen de forraje depositado en los comederos, para que no permanezca allí por un periodo superior al intervalo entre comidas

Cuando se trabaja con estructuras de silos aéreos de grandes dimensiones, se suele caer en el error de atacar todo el frente de exposición y no extraer, diariamente, los 30 cm necesarios para disminuir la degradación del material.

Por tal motivo cuando los frentes de exposición son demasiado grandes, la tasa de consumo no alcanza para remover las 30 cm de toda superficie, y es aconsejable dejar una sección de la pared tapada y extraer material de una frente menor hasta que se haya entrado en el silo unos dos o tres metros, para luego cambiar la parte de la pared de la que se está extrayendo forraje uniformando el frente expuesto (Figura 11.44).

## Extracción y suministro de silaje



**Figura 11.44.** Cuando no se puede atacar todo el frente de la pared expuesta, es preferible clausurar herméticamente una porción de ella para frenar el ingreso de oxígeno al forraje ensilado.

Uno de los aspectos que se destacaron, en el punto de dimensionamiento de los silos, es calcular la altura y el ancho y esta es la razón por la cuál se dijo que cuando los silos deban ser más anchos que el cálculo que arroja la conveniencia de extracción, al ancho del silo debe ser múltiplo, del ancho conveniente para hacer una extracción eficiente.

Otro de los aspectos que puede hacer perder eficiencia en la extracción, es cuando los silos son excesivamente altos.

Teniendo en cuenta que la mayoría de las herramientas utilizadas para la extracción no exceden los 3,6 m de altura, los frentes de los silos tampoco deberían exceder esas alturas.

Esto es porque cuando se saca material, se corre el riesgo de que se desmorone forraje de la parte superior, y no sea comido dentro de las 24 hs incrementando su tiempo de exposición con la consiguiente pérdida de potencial de producción por excesiva exposición al oxígeno del aire.

A continuación se presenta la manera de calcular el número de vacas a alimentar por día o la cantidad de materia seca de silaje diario necesario, con el objetivo de extraer 20 cm/día de la cara expuesta del silo.

### Determinación del consumo de MS de silaje

Para alimentar un rodeo de 180 vacas, con un solo suministro diario, se extraen 30cm de la pared expuesta de un silo que tiene 7,2 m de ancho por 3,5 m de altura, la densidad de silaje es de 240 kg de MS por metro cúbico. ¿Cuanto come diariamente cada vaca?

### Consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)

$$\text{Consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = \frac{\text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo} \times \text{m/día de alimentación}}{\text{N}^\circ \text{ de vacas}} \times \text{Densidad MS}$$

$$\text{Consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = \frac{7,2 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}}{180} \times 240 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Consumo de MS de silaje/vaca (kg/día)} = 10,08 \text{ kg de MS de silaje/día}$$

### Determinación del número de vacas a alimentar con silaje

Se decide alimentar con 10,08 kg de materia seca de silaje por día y por vaca de un silo de 7,2, de

## Extracción y suministro de silaje

ancho y 3,5 m de altura sacando 30 cm de la pared expuesta. ¿Cuántas vacas podremos alimentar diariamente con esa tasa de extracción?, teniendo una densidad de MS de 240 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{N}^\circ \text{ de cabezas} = \frac{\text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo} \times \text{m}^\circ/\text{día de alimento}}{\text{Consumo de MS/vaca/día}} \times \text{Densidad}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de cabezas} = \frac{7,2 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}}{10,08 \text{ kg/día}} \times 240 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{N}^\circ \text{ decabezas} = 180$$

### Determinación del espesor de la pared del silo a extraer

Se decide alimentar a 180 vacas con 10 kg MS/día de un silo de 7,2m de ancho por 3,5 m de altura. ¿Cuántos cm de la pared del silo se necesita extraer diariamente?, la densidad en materia seca del silo es de 240 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Espesor de la capa de silo a extraer} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de cabezas} \times \text{Consumo MS/vaca/día}}{\text{Densidad del silo MS} \times \text{Ancho del silo} \times \text{Altura del silo}}$$

$$\text{Espesor de la capa de silo a extraer} = \frac{180 \times 10 \text{ kg}}{240 \text{ kg} \times 7,2 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}}$$

$$\text{Espesor de la capa de silo a extraer} = 29,7 \text{ cm}$$

La reducción de la tasa de extracción incrementa las pérdidas debidas al desarrollo de levaduras, hongos y bacterias aeróbicas. Esto además, disminuye el consumo de materia seca.

Por ejemplo, cuando el silaje de maíz que había sido expuesto por 4 días fue suministrado a vacas lecheras, el consumo de materia seca cayó un 39 %, de 27 kg a 16 kg por día.

La tasa de extracción está en función del número de animales que están siendo alimentados, la cantidad de silaje presente en la dieta y el diseño del silo. Por lo tanto, el diseño de la estructura y las medidas del silo deberían ser manejados en función de la tasa de extracción, para minimizar las pérdidas durante el aprovechamiento del silo.

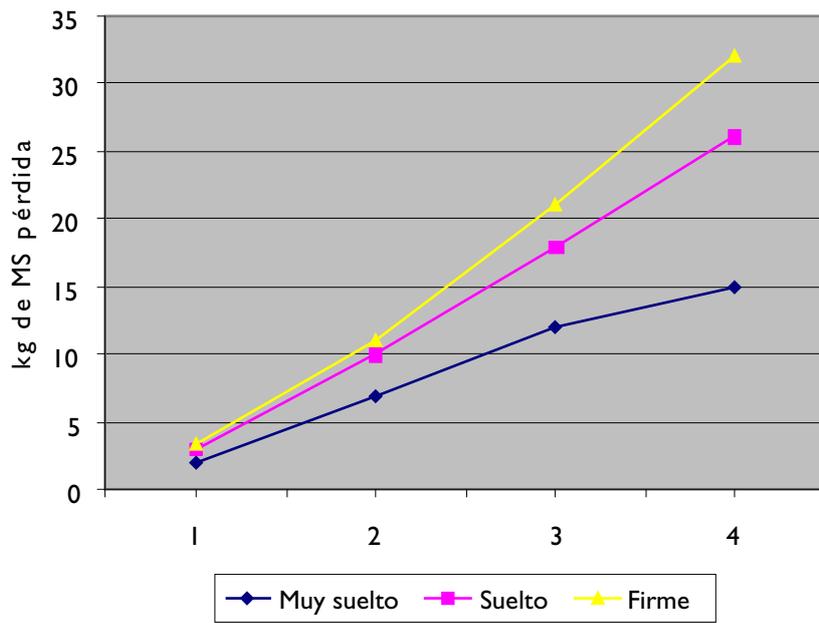
El manejo de la cara del silo es importante para controlar el deterioro aeróbico del forraje conservado.

Los silajes sueltos o poco compactos son más porosos y posibilitan la entrada de gran cantidad de aire al interior, favoreciendo el desarrollo de bacterias aeróbicas y "acortan la vida del silo".

La figura 11.45 muestra las grandes diferencias en las pérdidas asociadas con los diferentes tipos de caras en silos tipo bunker.

Si se mantiene la cara firme y se recolecta el material que se suelta durante la extracción, se pueden minimizar las pérdidas aeróbicas del silo, aumentando su potencial de consumo, con la consiguiente disminución del costo total del mismo.

## Extracción y suministro de silaje



**Figura II.45.** Pérdidas de MS en silos bunkers con diferentes tipos de caras.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

Miriam Gallardo

### Introducción

La producción ganadera pastoril extensiva de Argentina se caracteriza por una fuerte estacionalidad productiva, derivada en gran medida de la inestabilidad en la provisión natural de alimentos. El perfil de nutrientes que se dispone de las pasturas es muy dinámico dentro y entre años, fundamentalmente debido a las fuertes variaciones climáticas.

En los sistemas más intensivos de carne y leche, caracterizados por alta carga y alta producción individual, la utilización de forrajes conservados (silajes, henos), como componentes básicos de las dietas durante todo el año debe considerarse como una variable clave porque contribuye a estabilizar la producción.

Estos alimentos cumplen diferentes roles en la alimentación del ganado, ya que se usan para sortear el déficit coyuntural de pasto, son excelentes recursos para equilibrar los nutrientes de las dietas de los animales de alto desempeño productivo, a la vez que permiten un sustancial aumento de la carga animal del sistema.

### Roles de los forrajes conservados como fuente de nutrientes

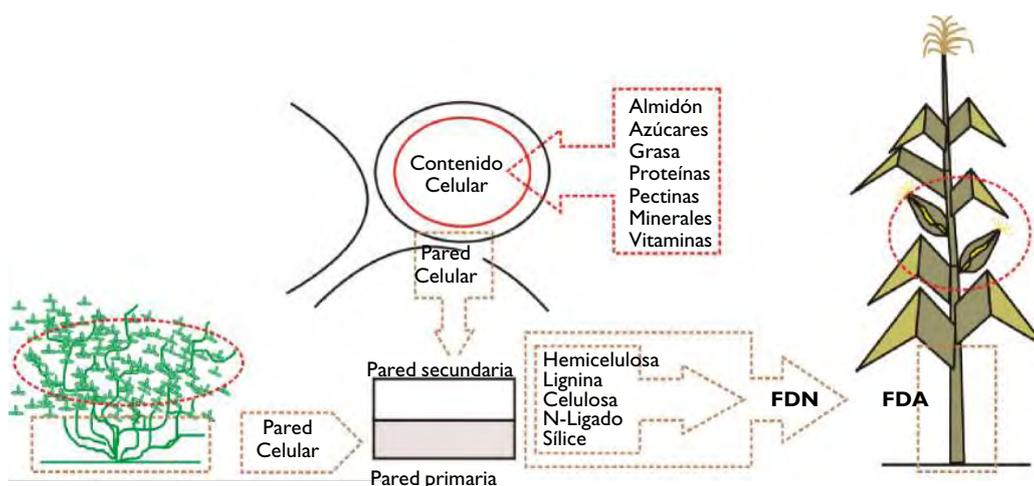
Los silajes y los henos/henolajes se han clasificado tradicionalmente como alimentos exclusivamente de tipo voluminoso. Sin embargo, pueden ser también fuente importante de otros nutrientes de acuerdo a la fracción química que predomine en el forraje o al tipo de procesamiento a que haya sido sometido el material. Por lo tanto, estos recursos pueden considerarse como:

- **Energéticos:** Principalmente cuando la proporción de carbohidratos no fibrosos (almidón, pectinas; b-glucanos), representan más del 35 % de la MS total o cuando el contenido en lípidos del forraje es alto (+ 10%). Los nutrientes de este tipo, **se encuentran normalmente en los granos de las mazorcas y panojas de los cereales, en los porotos de las oleaginosas y en los tallos azucarados de algunas variedades de sorgos o de ryegrass.**
- **Proteicos:** Si los henos y silajes de pasturas contienen más del 18% de equivalente en proteína bruta (PB), en la MS total, pueden ser utilizados como una fuente adicional de proteínas. **Las hojas y los tallos tiernos de las leguminosas constituyen las principales fuentes de sustancias nitrogenadas proteicas.**
- **Fibrosos:** Este es el caso de los forrajes conservados cuando la fracción de fibra detergente neutro (FDN), representa más del 45% de la MS total. La FDN incluye todos los compuestos químicos de la pared celular de los vegetales y es la que le confiere estructura a la planta (Figura 12.1).

Como se observa en la Figura 12.1, en cualquier vegetal el contenido celular está compuesto por proteínas, azúcares y almidones que son nutrientes de alta digestibilidad (mayor a 80% de la MS), mientras que la fibra de las paredes celulares (FDN), que contienen celulosa, hemicelulosa y cantidades variables de lignina son de digestibilidad muy variable (de 40 a 80%), dependiendo del estado de madurez del cultivo y grado de lignificación de los tallos.

Sin embargo, aún disponiendo de una adecuada cantidad de estos nutrientes, no todo el forraje conservado que consumen los animales se digieren en su totalidad, en ocasiones una parte importante puede transitar el tracto digestivo sin ser fermentado y aparecerá en las fecas como residuos sólidos.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



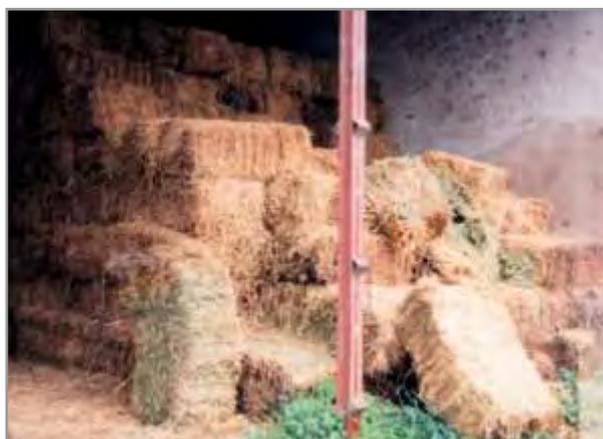
**Figura 12.1.** Estructuras nutritivas de los forrajes: composición del contenido y de la pared celular en una leguminosa (alfalfa) y en una gramínea (maíz).

La **digestibilidad** de un alimento, que es la proporción del mismo que no aparece en las fecas, puede ser muy variable en función de varios factores. Los más importantes son los que dependen del mismo alimento (estado de madurez del forraje, calidad de la fibra, tipo de procesamiento) y del manejo nutricional (balance de la dieta). Hay que tener en cuenta que algunos nutrientes que son muy digestibles, como el almidón de los granos del ensilado de maíz, pueden "pasar de largo" sin ser digeridos, cuando están enteros o no se los ha procesado adecuadamente.

### Heno

**Características nutricionales de los diferentes tipos. Utilización: ventajas y desventajas**

El heno es un recurso forrajero que se caracteriza por su bajo contenido de humedad (< 15%) y buenos contenidos en fibra (> 45% FDN). Los henos son fuente primaria de FDN efectiva (FDNef) y por lo tanto, contribuyen a estabilizar las fermentaciones ruminales. Son alimentos imprescindibles en las dietas ricas en granos o cuando se están pastoreando forrajes muy tiernos y acuosos. Los henos de leguminosas (alfalfa, trébol rojo, soja), pueden ser también alimentos proteicos, si se conserva una buena cantidad de hojas sanas y de tallos finos y tiernos (Figura 12.2).



**Figura 12.2.** (Izq.) vista de fardos. (Der.) rollos de distintas especies forrajeras (principalmente alfalfa), de buena calidad.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### Ventajas

En dietas muy húmedas o con mucho grano, normalizan la función digestiva, evitando la acidosis ruminal y las deposiciones diarreicas. Contribuyen asimismo a incrementar la materia seca de las raciones y pueden mejorar el consumo voluntario. Son componentes indispensables en sistemas donde se utilizan alimentos líquidos, como suero o permeado de suero.

**En el feedlot, el heno** que se suministra en las primeras etapas de ingreso de los terneros a los corrales, además de un objetivo nutricional, **tiene un fin terapéutico durante el acostumbramiento**, al minimizar los problemas digestivos que generalmente provoca el estrés del cambio de hábitat del animal. Por ese motivo esta fibra debe ser de alta digestibilidad y en lo posible con buenos niveles de proteína.

El **rol terapéutico del heno** se extiende también al manejo nutricional del grupo de animales denominados de "enfermería", donde generalmente pasan un tiempo bajo tratamiento de distintas patologías (indigestiones, patas, mastitis, retención de placenta, etc.).

### Desventaja

La calidad de los henos es extremadamente variable, entre y dentro de las distintas especies forrajeras. Como único o principal ingrediente de las raciones de vacas en preparto, algunos henos (alfalfa, moha), pueden desequilibrar el balance aniónico/catiónico, por su elevada concentración en potasio (más del 1,8 % de la MS). Además, el suministro en portarrollos es difícil de controlar y es frecuente que muchos animales no tengan acceso al alimento por cuestiones de espacio (muchas cabezas por rollo) o de competencia entre animales (generalmente las vaquillonas son desplazadas por las vacas multíparas). Además, los desperdicios que genera esta forma de suministro suelen ser muy altos (mayor al 20% de la MS total ofrecida).

### Niveles en las raciones y balance de dietas

En vacas lecheras de 22 - 25 l/vaca/día promedio anual, el heno debería representar una proporción controlada de la dieta (10 a 20 % de la MS total), principalmente para el grupo de mayor nivel de producción. En vacas secas y vaquillonas, si no se disponen de otros alimentos (pasturas, silajes), estos recursos puede representar hasta el 70 - 80% de la MS total suministrada, dependiendo del tipo de heno, su calidad, la época del año y los requerimientos nutricionales de la categoría.

Para ganado de carne, los niveles dependerán del sistema de engorde (pastoreo o feedlot), pero en todos los casos las proporciones en la ración deberían ser pequeñas (0,1 a 0,2 % del peso vivo) y muy bien controladas, para evitar el efecto de "llenado ruminal" y la consecuente dilución de la concentración energética de la dieta.

### Formas de suministro

Normalmente el suministro de heno en forma de rollos, se realiza mediante aros metálicos (porta-rollos), a libre acceso (*ad libitum*). Sin embargo, en algunos sistemas se lo ofrece procesado (trozado), en mezcla con otros ingredientes. Muchos productores lo muelen fino para integrar con los granos. Si se ofrece en porta-rollos y el acceso al heno es libre, porque se pretende una proporción alta en la dieta (como en el caso de los corrales de "enfermería"), calcular un rollo cada 12 - 15 vacas. En cambio, si el acceso se restringe a unas horas, el rollo debería ser compartido por menos animales, entre 8 a 10. Lo ideal sería separar vacas multíparas de primíparas para evitar la competencia.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

Cuando el heno se troza o pica, se puede suministrar casi con exactitud lo que el animal requiere, de acuerdo a la formulación prevista. Además, esta forma de suministro acarrea muchas menos pérdidas y prolonga su tiempo de utilización casi al doble. Es conveniente regular el tamaño medio del picado de la fibra.

**En henos de leguminosas el tamaño de los trozos no deberían ser de 4 a 10 cm promedio, para evitar que se pierdan hojas o que éstas se pulvericen (Figura 12.3).**



**Figura 12.3.** (Izq.) Vacas comiendo en porta rollos, mostrando desperdicios y falta de espacio para cada animal. (Der.) Heno procesado en moledora.

**Tabla 12.1.** Valor nutritivo de henos típicos de Argentina: alfalfa y moha, valores promedio (\*) y objetivo buscado para lograr una buena calidad.

Ítem	HENO ALFALFA		HENO MOHA	
	Promedio	Objetivo <sup>(1)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(2)</sup>
MS %	85	<b>87 – 90</b>	87	<b>89</b>
PB%	19 (13 a 26)	<b>18- 22</b>	7 (5-12)	<b>11-14</b>
FDN %	54	<b>40-47</b>	68	<b>55-60</b>
FDA %	43	<b>32-36</b>	52	<b>40-44</b>
FDN dig <sup>3</sup>	42	<b>53</b>	sd <sup>5</sup>	<b>sd</b>
DIVMS % <sup>4</sup>	59	<b>+ 62</b>	52	<b>58-62</b>
EM (Mcal/kg MS) <sup>6</sup>	1.97	<b>+ 2.46</b>	1.85	<b>+ 2.15</b>
Rango de variación	(1.37 a 2.46)		(1.60 a 2.02)	

<sup>(\*)</sup> Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 <sup>(\*)</sup>

<sup>(1)</sup> Heno de alfalfa. Botón floral a 25% floración, andana poco expuesta a inclemencia climáticas.

<sup>(2)</sup> Heno de Moha: estado de grano pastoso.

<sup>(3)</sup> FDN dig: Digestibilidad *in situ* de la FDN 30 horas de incubación.

<sup>(4)</sup> DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la MS (Método Tilley y Terry).

<sup>(5)</sup> Sd: sin datos.

<sup>(6)</sup> EM: Energía metabolizable, calculada de acuerdo a NRC 2001.

Estos henos poseen cualidades nutricionales muy diferentes, por lo cual no son reemplazables 1 a 1 en las dietas. En términos generales, comparativamente el heno de alfalfa es de mejor calidad, pero siempre que haya sido cosechado y almacenado bajo condiciones adecuadas. De lo contrario, puede llegar a ser inferior a uno de moha de regular calidad. Cabe mencionar que si la pastura de alfalfa está sobre-madura la cantidad de lignina en los tallos puede ser muy elevada (> 10%) y la lignina, al ser un compuesto totalmente indigestible, afecta marcadamente la digestibilidad del forraje. Además, en una

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

pastura de alfalfa "pasada" la cantidad de hojas disminuye, relativo a la cantidad de tallos, y las que quedan en la planta fácilmente pueden caer y perderse durante el corte.

Los henos de verdes o gramíneas perennes de invierno, tales como avena, rye grás, festuca, pasto ovilla, etc. pueden ser de calidad muy variable, dependiendo del estado fenológico de cosecha y de la técnica de procesamiento. Sin embargo, los buenos materiales son recursos muy interesantes para la alimentación de categorías muy exigentes, como las vacas pre parto y la transición a la lactancia. Para vacas de cría son excelentes recursos. **Entre los distintos tipos de heno de gramíneas, a similar estado fenológico de corte (pre-floración), el ranking de calidad sería:**

- 1°. ryegrass anual
- 2°. trigo y avena
- 3°. cebada
- 4°. triticale y centeno
- 5°. pasto ovilla
- 6°. festuca.

Los henos de leguminosas como el trébol rojo en floración media y la soja en estado R3 y R4, son en general de menor calidad respecto a un buen heno de alfalfa y a veces de muy difícil procesamiento. Esto es debido a la tasa diferencial de secado entre tallos y hojas. En el trebol por ejemplo, esto implica aún más ya que se siembra junto a otras gramíneas forrajeras. En estas praderas mixtas es complejo establecer un momento óptimo de henificación, ya que las tasas de secado de las especies pueden ser muy distintas.

En caso de sojas puras, las pérdidas de hojas pueden ser muy importantes, ya que tienden a secarse rápidamente y luego a caer fácilmente.

### Henos alternativos – residuos de cosecha (rastros)

En algunas circunstancias especiales, por ejemplo bajo contingencias climáticas extremas (inundaciones, sequías prolongadas), se pueden utilizar fuentes alternativas de fibra como los clásicos residuos de cosecha o "rastros". **No obstante, se subraya que el uso de los rastros como alimentos para el ganado debería ser meramente coyuntural**, pues lo recomendable es que sean reciclados en el mismo sistema agrícola, quedando en el campo como cobertura para proteger al suelo.

A continuación se detallan las características sobresalientes de algunas alternativas y las recomendaciones para su uso en ganado lechero y de carne.

**Los rastros son clásicos alimentos de tipo "voluminoso", fuente esencialmente de fibra. En general poseen escaso valor energético y proteico:** EM menor a 1.75 Mcal/ kg MS y PB inferior a 8%. La digestibilidad de estos recursos es muy baja (< 45% de la MS), debido a los elevados contenidos en fibra muy lignificada de los tallos (FDN: > 70% y lignina > 20% en la MS total de la fibra.). Además es frecuente su contaminación con tierra y hongos y como la fibra por naturaleza es higroscópica, absorbe fácilmente la humedad del ambiente (lluvias, rocíos), favoreciendo la contaminación con hongos y otros patógenos.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### ¿Cómo utilizarlos?

Para mejorar el uso de este tipo de alimentos se puede procesar la fibra previamente. Los tratamientos que pueden aplicarse son principalmente de dos tipos: físicos y químicos. En todos los casos el objetivo que se persigue es aumentar la digestibilidad y el nivel de ingesta, al ofrecer una mayor superficie de ataque por parte de las bacterias, disminuir el tiempo de retención en el rumen o hidrolizar los compuestos indigestibles de la pared celular (lignina). El tratamiento más común es el físico, a través del molido o picado del material.

Los tratamientos químicos se realizan mediante la aplicación de álcalis como hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, amoníaco y urea, que incrementan la digestibilidad de la fibra, rompiendo las ligaduras de la lignina (que es indigestible). El tratamiento con amoníaco anhidro y con urea además de mejorar la digestibilidad, incorpora nitrógeno no proteico utilizable por las bacterias del rumen. Estas formas de procesamiento tiene el inconveniente de ser costosas y complejas.

No obstante, estos materiales fibrosos deberían ser suministrados en forma muy controlada ya que los accesos *ad libitum* pueden perjudicar la calidad total de la ración, diluyendo el contenido en nutrientes o entorpeciendo la digestión de los ingredientes más concentrados.

- Los rastrojos de trigo, maíz y sorgos pueden representar una buena fuente de FDNef para prevenir la acidosis de las dietas con alto nivel de grano, siempre y cuando el tamaño de la fibra sea el adecuado. Para acompañar dietas ricas en concentrados se recomienda suministrarlos trozados, entre un 5 a 10 % de la MS total, en función de los requerimientos nutricionales del ganado. Si se suministrarán a campo, siempre se recomienda accesos a tiempo y con tamaño de parcela muy controlados (Figura 12.4).



**Figura 12.4.** Heno a base de rastrojo de trigo.

- El rastrojo de soja es un caso especial (Figura 12.5), al igual que el de girasol, porque la fibra del tallo está demasiado lignificada (tallo "leñoso"), lo que hace prácticamente imposible que las bacterias ruminales la puedan utilizar. Además, es un material poco palatable y limita seriamente el consumo voluntario. La molienda fina no mejora su utilización, simplemente acelera el tránsito por el tracto digestivo, ya que indefectiblemente la mayor proporción aparecerá en las fecas. Este material posee en promedio, menos de 30% digestibilidad de la MS. Si se suministra el rastrojo de soja *ad libitum* directamente en el campo, el animal ejercerá una fuerte selectividad del material. Dependiendo de la eficiencia de cosecha, elegirá principalmente ingerir solamente los porotos no cosechados y levantará, además, mucha tierra. Este comportamiento puede acarrear problemas digestivos (diarrea).

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.5.** Heno a base de rastrojo de soja.

**En función de la calidad y el valor nutritivo, la fibra de los rastrojos pueden ordenarse, de mayor a menor, de la siguiente forma:**

- 1°. Avena
- 2°. Trigo y cebada
- 3°. Arroz
- 4°. Maíz
- 5°. Sorgo
- 6°. Moha/Mijo
- 7°. Soja y Girasol
- 8°. otras oleaginosas

### Silajes

#### Características nutricionales y roles en las dietas

A diferencia de la henificación el ensilaje es una técnica de conservación del forraje en húmedo. Para conservar la máxima cantidad de nutrientes el cultivo en cuestión debe ser cosechado y picado en el estado fenológico correcto, de acuerdo a la especie y a las condiciones ambientales imperantes y la fermentación debe ocurrir bajo estrictas condiciones de anaerobiosis (ausencia de oxígeno).

Los ensilados de los cereales típicos como maíz y sorgos son los más populares, sin embargo actualmente todas las especies forrajeras y otras especies de cereales, e incluso oleaginosas, pueden ser procesadas y conservadas adecuadamente con esta tecnología. A continuación se detallan las características nutricionales más importantes de algunos de ellos.

#### Maíz y Sorgos

Estos recursos proveen abundante fibra fermentecible que contribuyen a la producción de AGV ruminal. Como los cultivos de maíz y/o de sorgo contienen además mucho grano (más de 35% de la MS total del total de la planta), se pueden considerar alimentos energéticos y si el tamaño de picado es el adecuado representan asimismo una excelente fuente de fibra efectiva (FDNef). Por lo tanto, son recursos muy versátiles en las dietas del ganado (Figuras 10.6 a 10.8).

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.6.** Silo de maíz embolsado.



**Figura 12.7.** Silo de sorgo embolsado.



**Figura 12.8.** Novillos comiendo dieta a base de silo.

### **Ventajas**

Cumplen un rol esencial para el aumento de la carga animal en los sistemas o para el mantenimiento del stock ganadero cuando sobrevienen contingencias climáticas severas. Son recursos apropiados para complementar el pastoreo en cualquier momento del año ya que contribuyen a

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

equilibrar las dietas debido a que permiten amortiguar los excesos de amoníaco que se producen cuando se fermentan las proteínas solubles o muy degradables de las pasturas. Además suministran fibra cuando la pastura es muy tierna y aguachenta.

Durante la primavera, ofrecidos previo al pastoreo, minimizan el riesgo de empaste ya que contribuyen a disminuir la velocidad de degradación de las hojas. En verano pueden servir de vehículo para suplementar al ganado con más energía, cuando se deben confinar bajo la sombra.

En la dieta de vacas en transición (pre y posparto), ayudan a mejorar el balance energético y el balance anión/catión, evitando la ocurrencia de las patologías típicas de la vacas en este estado fenológico.

Si bien el ensilaje de maíz es normalmente el forraje base de las raciones totalmente mezcladas (TMR), de muchos planteos en confinamiento total del hemisferio norte, por tal razón es el más estudiado y es el cultivo que ha recibido mayor innovación tecnológica. Sin embargo, existen también en el mercado una gran variedad de sorgos, tanto forrajeros como graníferos, que puede ser ensilados con alta calidad.

Actualmente, ambos cultivos están siendo intensamente mejorados para que su propósito sea únicamente el de ensilaje. En tal sentido, se está poniendo énfasis en la armonía entre nutrientes: en la proporción de grano en la planta total y para lograr en la planta entera una mayor digestibilidad de la fibra (FDN digestible), del follaje, principalmente la fibra de los tallos. Los cultivares denominados "nervadura marrón" (tallos con menos lignina), o con más azúcares (sorgos azucarados), son ejemplos de estas tecnologías. En el caso de maíz, hay variedades mejoradas para contener en el grano mayores niveles de nutrientes esenciales específicos, como aminoácidos (lisina), lípidos (ácido oleico) y tallos con significativamente más alta digestibilidad (Figura 12.9).



Figura 12.9. Roles nutricionales del ensilaje de maíz.

### Desventajas

Son recursos pobres en proteínas, calcio y fósforo. Por lo tanto, si van a formar una parte importante de la dieta se deben corregir estos nutrientes con ingredientes especiales. Como todo alimento previamente fermentado son muy palatables y ávidamente consumidos, razón por la cual pueden producir disturbios ruminales (acidosis), si se los suministra sin acostumbramiento previo.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

El estado de madurez del cultivo al momento del corte y el contenido de humedad son los principales factores que afectan el valor nutritivo y la eficiencia de conversión de los silajes. Si el cultivo está inmaduro, con poco grano y muy húmedos (< 28%), se pueden generar importantes pérdidas de nutrientes a través de los efluentes, además de una fermentación deficiente (butírica, en lugar de láctica). Por otro lado, cuando se cosecha el cultivo muy "pasado", la digestibilidad de la FDN cae marcadamente y pueden perder su potencial de alimentos energéticos si en el material quedan muchos granos enteros. Los granos muy maduros y enteros, indefectiblemente se pierden por fecas. En cultivos muy pasados y secos (> 35%MS), es necesario picar más fino para que la compactación pueda ser mejor y no ingrese el aire. No obstante, si el tamaño de partícula es muy pequeño, el material perderá la fuente de FDNef. Para materiales muy secos suele recomendarse la adición extra de agua para recomponer el nivel de humedad de la fibra.

En los sorgos graníferos la presencia de cantidades considerables de taninos puede ser considerado un factor de anticalidad. En los sorgos denominados "antipájaros", los taninos interfieren en la digestibilidad de las proteínas del resto de la dieta.

Es importante considerar que bajo condiciones deficientes de elaboración y almacenamiento, los silajes se transforman en verdaderos caldos de cultivo de hongos productores de toxinas. Las micotoxinas son poderosos agentes, que atentan contra la salud del animal y la calidad e inocuidad de la leche.

### Niveles en las raciones

Durante otoño - invierno, para vacas lecheras en un rango amplio de producción (18-32 l/v/d), no se recomienda suministrar más de 8 - 9 kg de MS/vaca/día por varias razones. Si el material tiene mucho grano la ración puede provocar alteraciones metabólicas severas (acidosis), si los niveles de fibra son elevados puede generar "llenado ruminal" y por último, como las concentraciones de proteínas son tan bajas, en estos materiales será necesario balancear las dietas a un costo mucho más elevado. Además, como los silajes son alimentos húmedos y pre-fermentados, un exceso en la dieta puede provocar mermas en el consumo voluntario. En primavera y verano se recomienda no superar los 4 a 6 kg de MS/cabeza/día.

Para vacas en transición a la lactancia, en una ración equilibrada se puede incorporar silaje de maíz o sorgos hasta un equivalente al 0,7 – 0,9 % del peso vivo del animal (PV), completando el resto (1,22 – 1,25% del PV) de la ración con otros alimentos. Para categorías más jóvenes se recomienda iniciar su suministro recién a partir de los 150 - 180 kg de peso vivo, cuando el animal tiene el rumen plenamente desarrollado y nunca utilizarlos como única fuente de alimentación, ya que los profundos déficits de proteínas (y aminoácidos esenciales) que poseen atentarán contra el normal crecimiento corporal.

Desde el punto de vista nutricional, los ensilados de maíz poseen en general una mejor calidad que los de sorgo. Sin embargo, al igual que con los henos, la comparación es válida cuando en una misma región los cultivos se han manejado bajo las mejores condiciones en su tipo. Sin embargo, hay condiciones agro-ecológicas con restricciones para lograr el máximo potencial en maíz, pero se pueden lograr excelentes cultivos de sorgos.

### Formas de suministro

Los productores utilizan los más variados sistemas de suministro: gomas de tractor, comederos de lona o plástico, portarollos, en el piso contra los alambrados o entre alambres eléctricos, autocon-

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

sumo desde el mismo silo, etc. Cualquiera sea la forma que se practique, hay que considerar dos reglas básicas para un uso eficiente: 1) sitios de alimentación y comederos siempre secos y limpios, 2) acceso al silaje con suficiente espacio por cabeza (equivalente alrededor de 60-70 cm para vacas lecheras y algo menos para novillos) para evitar competencias y consumos muy desparejos. Para un rodeo de buena producción el sistema denominado de "autoconsumo", desde el mismo silo, es poco eficiente ya que algunos animales se sobre alimentan mientras otros (la mayoría), no logran ingerir lo necesario. En caso de suministros en portarrollos y gomas de tractores son válidos los mismos comentarios que se hicieron para el heno o sea, son formas muy poco eficientes de suministro. Para evitar que el material se contamine y deteriore rápidamente, se sugiere que los materiales se ofrezcan un poco antes del acceso de los animales y que no queden expuestos largas horas al sol o las lluvias. Además, que el comedero o lugar de consumo se encuentre, en lo posible, libre de fecas, tierra y material de anteriores suministros. Uno de los principales focos de contaminación (hongos, clostridios, etc.) y de baja eficiencia de uso de los silajes lo constituyen estos aspectos, puesto que representan la fuente principal de los mayores desperdicios de los silajes.

El comedero ideal y universal que pueda utilizarse para distintas categorías y sistemas de alimentación no tiene un diseño específico pre-concebido y por eso es necesario planificarlos adecuadamente, principalmente para los modelos más intensivos (feedlots y tambos de alta carga y alta producción individual), ya que está bien demostrado que una parte muy importante de la respuesta animal y de eficiencia de conversión, depende del confort que puedan ofrecer estos sitios.

**Tabla 12.2.** Valor nutritivo de silajes de maíz y de sorgos, para el promedio <sup>(1)</sup> y el objetivo buscado para lograr una buena calidad.

Ítem	SILAJES SORGOS FORRAJEROS							
	SILAJE MAÍZ		SILAJE SORGO GRANÍFERO		Tipo sudan azucarado		Tipo	
	Promedio	Objetivo <sup>(1)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(2)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(3)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(4)</sup>
MS %	32	28-35	34	28-35	27	28-35	28	28-35
PB%	8	8-9	9	9-10	9	10-14	9.5	9-12
FDN %	52	45-50	54	50-53	63	55-63	61	50-52
FDA %	34	27-32	36	30-34	43	32-36	42	29-32
FDNdig	32	47	sd	sd	sd	sd	sd	sd
DIVMS %	62	60-70	61	+ 63	56	+ 60	58	+ 60
EM (Mcal/kg MS)	2.24 (1.63-2.71)	+2.35	2.19 (1.53-2.41)	+2.25	2.01 (1.65-2.27)	+2.15	2.12 (1.75-2.70)	+2.25

<sup>(1)</sup> Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 <sup>(\*)</sup>

<sup>(1)</sup> Silaje de maíz: cultivo con escasas hojas amarillas, grano ¼ a ½ línea de leche ;

<sup>(2)</sup> Sorgo granífero: estado grano pastoso, planta con hojas sanas

<sup>(3)</sup> Sorgo sudan: estado de panojamiento;

<sup>(4)</sup> Sorgo azucarado: estado de grano pastoso, cultivo no afectado por vuelco.

### Granos húmedos ensilados

El ensilaje de granos de maíz o sorgos son muy populares en Argentina, principalmente en los tambos. En todos los casos la humedad del grano al momento de la cosecha es el factor determinante de la calidad. Se sugiere que la misma se encuentre en un rango entre el 22 al 28%, si está más húmedo

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

o más seco se pueden generar fermentaciones indeseables: butírica (muy húmedo) o alcohólica (muy seco). Además, previo al embolsado los granos deberían quebrarse con un tamaño apropiado, en función de la humedad del material. Sin embargo, el partido fino (sobre todo en sorgos), siempre se recomienda ya que permite una muy buena compactación, sin ingreso de aire y por lo tanto una apropiada formación del almidón a ácido láctico. El grano húmedo que se ensila entero o partido muy grueso ( en 4 a 6 trozos), no se compacta bien y tiende a dejar bolsones de aire que luego favorecen la reacción de Maillard (ardido del grano), perdiendo significativamente valor nutritivo.

Desde el punto de vista nutricional los granos húmedos tienen una mayor fermentabilidad ruminal que los granos secos y por esta razón hay que tener precaución en los niveles de suministro, para evitar problemas de acidosis. En términos generales, en dietas que de por sí son húmedas y con escasa FDNef (base pasturas tiernas suplementadas con silajes), se recomienda no superar los 3 a 3,5 kg de MS/vaca/día y completar el resto, si fuera necesario, con grano seco y en lo posible aplastado, no molido.

En el caso de los sorgos, el proceso de ensilado mejora sustancialmente su calidad, aumentando notablemente la digestibilidad, pero siempre que el material haya sido previamente molido. Si quedan granos enteros estos pasarán a las fecas. No obstante, las variedades con altos taninos (sorgos rojos, "antipájaros"), son inferiores ya que los taninos limitan la digestión de las proteínas de la dieta (Figura 12.10).



Figura 12.10. Vista de granos húmedos de maíz.

### Silajes de pasturas: puras o mixtas

**En general son fuentes de fibra y de proteína (proteínas verdaderas y nitrógeno no proteico), en especial los de leguminosas.** Contienen escasos niveles de carbohidratos y azúcares fermentables y por esta razón **son alimentos pobres en energía y de difícil fermentación láctica dentro del silo.** Son recursos muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los de maíces y sorgos, o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no permiten el pastoreo normal. Constituyen una buena alternativa para suministrar en verano, cuando escasea la materia seca de calidad y normalmente la proteína se convierte en un nutriente limitante, principalmente en muchos sistemas basados en pastoreo de gramíneas. Los silajes de algunos cultivares de ryegrass anual pueden ser recursos de alta calidad, ya que poseen algunas características nutricionales (más azúcares solubles) que favorecen la fermentación.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### Ventajas

En el caso de pasturas base alfalfa y de praderas mixtas (cebadillas, festuca, ryegrass, tréboles), se puede aprovechar el excedente de forraje de la primavera debido a que es de mayor calidad para ensilar.

Además, en comparación al heno, es menor el riesgo de obtener un forraje de baja calidad debido a las lluvias de la temporada. Los materiales sometidos a buenas condiciones de elaboración y de fermentación son muy apetecibles por el ganado. Si el tamaño de las partículas es lo suficientemente largo representan una excelente fuente de FDNef.

### Desventajas

Al igual que los henos, su calidad puede ser extremadamente variable, entre y dentro de cada uno de los tipos de praderas. El estado fenológico óptimo para el picado en las leguminosas es bastante difícil de encontrar, sobre todo cuando integran mezclas de especies, donde la tasa de crecimiento y madurez de los distintos componentes pueden ser muy diferentes, como sucede con el trébol blanco formando parte importante de las mezclas. En la mayoría de los casos antes de picar y ensilar hay que practicar un premarchitado u oreo previo del material, de manera muy controlada para llegar a la materia seca adecuada (alrededor de 40-45%). La alfalfa, el trébol rojo, el ryegrass perenne, solos o en mezcla y casi todas las especies forrajeras que componen una pastura mixta, poseen en general bajos niveles de azúcares y carbohidratos fermentables. Por lo tanto, se complica la fermentación láctica y la estabilización del silaje. En muchos casos, debido a las prácticas inadecuadas de elaboración del silaje (mala compactación y presencia de oxígeno), se puede producir una excesiva degradación de las proteínas (proteólisis, con formación de amoníaco) o la formación de los "compuestos Maillard", que hacen indigestible buena parte de las proteínas y de la fibra. La práctica de la inoculación, incorporando bacterias específicas, mejora las condiciones de fermentación y la estabilidad aeróbica de estos silajes.

### Niveles en las raciones

Como ingredientes que poseen características fermentativas muy particulares, no se recomienda que estos silajes se incluyan en una elevada proporción en la materia seca total ofrecida, puesto que pueden acarrear grandes desequilibrios metabólicos. Cuando complementan en otoño-invierno al pastoreo de praderas o de verdes y no se dispone de concentrados energéticos extras, es deseable no superar 18-20 % de la MS total, de lo contrario se producirán excesos de nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), a nivel ruminal y una sobre-carga hepática, con un gasto mayor de energía para transformar este metabolito en urea. Si la base es silo de maíz con buena cantidad de grano, el nivel de silajes de pasturas o de soja puede ser sustancialmente más elevado, de alrededor del 30 al 40% de la MS total ofrecida. Al igual que los otros forrajes ensilados, se recomienda iniciar los consumos en forma paulatina para acostumbrar al rumen al nuevo sustrato. De igual manera, evitar la salida abrupta del ingrediente en la ración. Estas prácticas previenen patologías podales de origen nutricional o la ocurrencia de cetosis en vacas en transición, sobre todo cuando se sobre-alimenta bruscamente con silos que han tenido una extensa fermentación butírica.

### Formas de suministro

Son válidas las mismas consideraciones que las realizadas para los demás forrajes conservados. Si estos recursos van a ser utilizados en combinación con los silajes de maíz o sorgos, deberían poder suministrarse juntos, en forma mezclada (con mixer o manualmente) (Tabla 12.3).

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### Silajes de cereales de invierno

Al igual que los silajes de pasturas tipo ryegrass, festuca o pasto ovillo, los provenientes de verdes de invierno (avena, trigo, cebada, centeno), son fuentes tanto de fibra (FDN química y FDNeF), como de proteínas. Su contribución en uno u otro nutriente dependerá del estado de madurez de las plantas. Si se los procesa en estado más juvenil (panojamiento), la cantidad de proteínas será mayor, sin embargo como fuente de energía serán pobres ya que no son cultivos con importantes cantidades de azúcares solubles. **El estado óptimo para combinar rendimiento de materia seca y calidad, es el de grano pastoso y los cultivos más promisorios para ensilar son los de trigo y cebada, ya que contienen más carbohidratos solubles y por lo tanto, serán más fáciles de fermentar** (Figura 12.11).

**Tabla 12.3.** Valor nutritivo de silajes de alfalfa, ryegrass anual y pasturas mixtas, valores promedio <sup>(\*)</sup> y el objetivo buscado para lograr una buena calidad.

Ítem	SILAJE DE ALFALFA		SILAJE DE RAIGRÁS ANUAL		SILAJE DE PASTURAS MIXTAS	
	Promedio	Objetivo <sup>(1)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(2)</sup>	Promedio	Objetivo <sup>(3)</sup>
MS %	38	37-45	35	32-35	43	42-44
PB% <sup>(4)</sup>	18 (9-27)	17-22	10.2 (7-16)	12-13	16.5 (12-22)	17-18
FDN %	48	40-45	49	40-47	57	45-52
FDA %	38	32-35	30	28-30	41	30-34
DIVMS %	59	+ 62	58	+60	56	+58
EM (Mcal/kg MS) (rango de variación)	2.14 (1.79-2.62)	+ 2.40	2.18 (1.89-2.41)	+2.35	2.03 (1.20-2.51)	+2.20

<sup>(\*)</sup>Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 <sup>(\*)</sup>.

<sup>(1)</sup> Silaje de alfalfa. 20-30% floración con pre-oreo.

<sup>(2)</sup> Silaje de raigrás anual prepanojamiento.

<sup>(3)</sup> Silaje de pasturas mixtas: gramíneas en estado de pre-panojamiento, alfalfa 50% floración.

<sup>(4)</sup> Para todos los ensilajes, NH<sub>3</sub>/NT y NIDA/NT inferior al 15%



**Figura 12.11.** (Izq.) Picado de trigo para silaje. (Der.) Silo de cebada.

### Ventajas

Desde el punto de vista nutricional pueden ser complementos muy interesantes de los silajes de maíz o de sorgos, por su mayor contribución proteica. Al igual que los silajes de leguminosas, estos

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

recursos constituyen una buena alternativa para suplementar a los animales durante el verano y cuando acontecen problemas climáticos que impiden el pastoreo normal. Tanto los silajes de trigo como de cebada en estado de grano pastoso son, además, excelentes alimentos para vacas en transición a la lactancia ya que poseen un buen equilibrio aniónico/catiónico.

### Desventajas

Al igual que con otras especies forrajeras, una desventaja es sin duda la probabilidad de obtener bajos rendimientos de materia seca/ha en años determinados, por lo que pueden transformarse en recursos "coyunturales". Esto no es deseable desde el punto de vista de la estabilidad del sistema.

### Niveles en las raciones y formas de suministro

Las recomendaciones dadas para los silajes de praderas, son también válidas para estos recursos. Para vacas pre parto, los niveles pueden llegar al 75-80% de la MS total suministrada. Contienen niveles aceptables de proteínas para esta categoría y desde el punto de vista mineral, permiten mantener el balance anión/catión en un buen equilibrio. Debido a que son recursos de escaso uso en el país no se cuenta con una adecuada base de datos de laboratorio.

**Tabla 12.4.** Valor nutritivo de silajes de trigo y de cebada, rango de valores objetivo <sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup>Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 <sup>(\*)</sup>.

Ítem	SILAJE DE TRIGO	SILAJE DE CEBADA
	Objetivo <sup>(1)</sup>	Objetivo <sup>(2)</sup>
MS %	32-44	33-35
PB%	11-14	10-12
FDN %	50-62	45-55
FDA %	25-35	26-34
DIVMS %	+ 58	+ 59
EM (Mcal/kg MS)	+2.15	+2.20

<sup>(1)</sup> Silaje de trigo, estado de grano pastoso

<sup>(2)</sup> Silaje de cebada; estado de grano pastoso

### Silajes de oleaginosas

En los casos especiales de los cultivos de soja o de girasol, estos ensilados son recursos muy versátiles que pueden aportar tanto fibra, energía ó proteínas de alta calidad. Comparativos a maíz y sorgos la información nutricional de estos recursos es relativamente escasa, sin embargo el interés por utilizarlos como forrajes conservados, tanto para la producción de leche como de carne es cada vez mayor, porque son cultivos en franca expansión que se adaptan a variadas condiciones edafo climáticas. Son recursos muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los silajes de maíces y sorgos, o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no permiten el pastoreo normal. Para el verano, constituyen una buena alternativa de "alimentos fríos", pues contienen una proporción apreciable de aceites (lípidos), que pueden ser metabolizados a nivel intestinal con una eficiencia metabólica mayor (menor incremento calórico al evitar la fermentación ruminal), (Figura 12.12).

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.12.** Muestra de silo de soja.

### Ventajas

En el caso de la soja, el ensilaje confeccionado en R3 (inicio de formación de vaina), constituye un excelente suplemento proteico que puede ser utilizado para reemplazar una parte de los concentrados proteicos tradicionales. En cambio, en el estado R6, cuando las plantas tienen los porotos aún verdes pero pastosos, el recurso es más versátil porque es rico en fibra, aceites, proteínas y además carbohidratos solubles. Por lo tanto, puede representar una fuente de nutrientes estratégica para utilizar durante todo el año, principalmente en verano.

En girasol, el mejor momento para cosechar y ensilar puede variar sustancialmente, en función tanto del genotipo del cultivo (duración del ciclo), como del ambiente (sequía, excesos hídricos, temperaturas más o menos cálidas). Las investigaciones sugieren que se debería cosechar el material cuando el envés del capítulo cambia a amarillo pálido. Sin embargo, en algunos cultivares esto puede suceder a los 37 - 40 días después de la floración y en otros a los 50 - 55 días.

### Desventajas

Son materiales que no logran una rápida fermentación estable, debido a su carencia en azúcares o almidón. Un inadecuado proceso de elaboración conlleva a materiales que fácilmente se malogran, desarrollando ácido butírico. Como además son excelentes fuentes de nutrientes muy densos (aceites), son proclives a la proliferación de microorganismos indeseables, a la rancidez y a la contaminación total, con lo cual el desperdicio puede ser completo. El exceso de aceites también puede ser una desventaja desde el punto de vista operativo, al impedir un correcto funcionamiento de los equipos de picado. En girasol, a diferencia de otros cultivos, no es sencillo determinar a simple vista el momento óptimo de corte, por esta razón es importante chequear *in situ* que durante el picado y compactado, no se produzcan excesos de efluentes ya que esos efluentes se llevarán consigo los principales nutrientes: proteínas y aceites. En estos cultivos el uso de inoculantes para favorecer la fermentación láctica es altamente recomendable.

### Niveles en las raciones

Se sugiere que estos silajes integren sólo una parte de la ración diaria y no sean los únicos o principales componentes forrajeros. Pueden complementarse perfectamente con otros silajes energéticos, principalmente maíces o sorgos graníferos, que poseen almidón. Sin embargo, no son buenos complementos de silajes de pasturas que posean escasa energía. Los datos experimentales indican que una tasa de consumo de alrededor del 1.25% del peso vivo del animal puede ser adecuada. Como para otros silajes, no se recomienda para categorías jóvenes, de menos de 180 - 200 kg de PV (Tabla 12.5).

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### Otras especies forrajeras para ensilar

Para intensificar la ganadería en áreas no tradicionales existe un marcado interés en conservar forrajes, a través del ensilado, de especies subtropicales que producen muy altos volúmenes de materia seca durante la estación de crecimiento. Es el caso de la grama rhodes (*Chloris gayana*), el gattón panic (*Panicum maximum*), el buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), etc. Estos materiales poseen algunas características de calidad semejantes a los sorgos forrajeros aunque en general son de inferior valor nutritivo, ya que se caracterizan por una elevada concentración de paredes celulares (> 70%), escasa proteína (< 10%) y muy pocos azúcares simples, aún en los estados más juveniles de crecimiento. Estas cualidades pueden dificultar una fermentación óptima por lo cual es necesario trabajar con cultivos que hayan sido apropiadamente manejados (sobre todo desde el punto de vista de la fertilización). Además, se debe mencionar que en climas cálidos los microorganismos dañinos como las levaduras y los mohos proliferan más rápido, causando mayor deterioro aeróbico en estos materiales.

En muchas zonas agrícolas de mayor fertilidad de suelos la moha de hambre (*Setaria itálica*), que es también un cultivo megatérmico anual, integra muchas rotaciones ganaderas, principalmente en los tambos. Esta forrajera, ensilada en estado de grano pastoso (40-45% MS), puede representar una fuente muy útil de FDNeF para vacas de alta producción cuyas dietas están formuladas con niveles elevados de concentrados, siempre que se suministre a una tasa muy controlada (no más de 0.20-0.23 % del PV). En términos generales, el momento oportuno de corte de estas gramíneas megatérmicas ó también denominadas "carbono 4" (C4), debe seguir pautas semejantes a los sorgos forrajeros y son válidos los mismos principios prácticos recomendados para el corte y picado.

**Tabla 12.5.** Valor nutritivo de silajes de soja y girasol, rango de valores objetivo <sup>(\*)</sup>

Ítem	SILAJE DE SOJA	SILAJE DE GIRASOL
	Objetivo <sup>(1)</sup>	Objetivo <sup>(2)</sup>
MS %	32-45	28-35
PB%	16-18	12-14
FDN %	45-52	40-50
FDA %	26-32	24-32
EE % <sup>(3)</sup>	7-10	7-11
DIVMS %	+ 60	+ 60
EM (Mcal/kg MS)	+2.35	+2.35

<sup>(\*)</sup> Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 <sup>(\*)</sup>.

<sup>(1)</sup> Silaje de Soja: estado fenológico R6.

<sup>(2)</sup> Silaje de Girasol: envés de los capítulos vira al color amarillo.

<sup>(3)</sup> %EE: extracto etéreo.

**Tabla 12.6.** Valor nutritivo de silajes de Moha (*Setaria itálica*) y de Grama Rhodes (*Chloris gayana*), rango de valores objetivo <sup>(\*)</sup>.

Ítem	SILAJE DE MOHA	SILAJE DE GRAMA RHODES
	Objetivo <sup>(1)</sup>	Objetivo <sup>(2)</sup>
MS %	32-40	32-45
PB%	11-12	9-10
FDN %	52-55	60-62
FDA %	31-35	35-42
DIVMS %	+ 52	+ 48
EM (Mcal/kg MS)	+1.8	+1.7

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

<sup>(6)</sup> Moha: Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela de INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008

<sup>(7)</sup> Grama Rodhes: Bibliografía internacional

<sup>(1)</sup> Silaje de Moha: prefloración, inoculado.

<sup>(2)</sup> Silaje de Grama Rodhes, cv callide: encañazón, cultivo 1<sup>er</sup> corte de primavera, fertilizado, inoculado

### Fibra

#### La fracción más importante de los forrajes conservados

Uno de los componentes principales de la dieta para la vaca lechera es la fibra, ya que la misma es necesaria para:

- a. Una adecuada actividad de rumia (a través del flujo de suficiente cantidad de saliva);
- b. Una apropiada relación de los productos de la fermentación ruminal (precursores para la síntesis de grasa butirosa).
- c. Una buena capacidad reguladora de la acidez ruminal (capacidad "buffer" o tampón).

La fibra de los alimentos representa la pared celular de los vegetales (Figura 12.1) y es determinada en laboratorio como el componente denominado con la sigla FDN ( fibra detergente neutro).

Sólo desde hace algunos pocos años se ha convenido en diferenciar los requerimientos de fibra en FDN fermentecible, que aporta energía a través de la fermentación ruminal y en FDN efectiva (FDNef), de acción mecánica.

- FDN fermentecible, los carbohidratos de la pared celular, celulosa y hemicelulosa, permiten una buena fermentación ruminal y son transformados por los microorganismos del rumen, en compuestos que luego el animal utilizará para mantenerse, crecer, aumentar de peso o producir leche.
- FDNef, de acción mecánica, es la fracción fibrosa del forraje que influye sobre la masticación, la rumia (salivación y pH ruminal) y los movimientos del rumen (ciclo de mezcla), acorde con la salud y producción de los animales. Estos efectos sobre el ambiente ruminal afectan directamente la producción y la composición de la leche (principalmente la concentración de grasa butirosa (GB) e indirectamente el estado corporal de las vacas, a través de los problemas generados por la acidosis ruminal.

Si bien el análisis de laboratorio del total de FDN de los alimentos es muy útil en la formulación de raciones, este resultado no permite inferir sobre las características físicas de la fibra relacionada a su "efectividad". Se han propuesto algunos métodos para estimar la efectividad de la fibra de los distintos forrajes que se utilizan en la alimentación de rumiantes, en general y de vacas lecheras en particular. Por ejemplo, sistemas de clasificación del tamaño de partículas, un factor de efectividad física aplicado a la FDN en relación con la estimulación de la actividad de masticado y otro que relaciona el tamaño de picado con el contenido en grasa butirosa de la leche.

#### La fibra es clave para vacas lecheras

Si no se abastecen los requerimientos de este nutriente se producirán problemas digestivos (acidosis ruminal) y metabólicos que pueden conducir por ejemplo a caídas pronunciadas en el porcentaje de grasa en la leche (menos de 3,0 % GB), incluso con niveles de proteína láctea superiores a la grasa (inversión). En condiciones de pastoreo, los problemas de bajas concentraciones de grasa en leche y acidosis ruminal subclínica, que se producen en otoño y en primavera temprana, están relacio-

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

nados normalmente con el bajo nivel de fibra efectiva de los pastos tiernos y húmedos. Pero con dietas típicas de estabulación (TMR), normalmente más secas y altas en concentrados, también se precisa una cantidad definida de FDNef en el forraje para prevenir alteraciones ruminales o efectos de "llenado ruminal".

Las investigaciones con ganado lechero sugieren que el consumo máximo de FDN debería ser equivalente a 1.2% del peso vivo (PV) del animal, para el denominado "efecto llenado ruminal", el cual está regulado por la distensión del rumen. En base a esta sugerencia, una vaca de 600 kg PV consumiría unos 6.5 kg MS de FDN. Pero si sólo se considera la FDN del forraje, el límite de llenado puede ser menor, entre 0,75% y 1,1% PV aproximadamente. La disminución del tamaño de partículas del forraje puede modificar esta regla, ya que las partículas más pequeñas pueden "escapar" del rumen, reiniciando un nuevo consumo más rápido (mayor tasa de pasaje). Sin embargo, cuando el tamaño de partículas es demasiado pequeño se debería usar un mínimo de consumo de FDN, superior al 0.85% PV.

**Tabla 12.7.** Recomendaciones para cubrir los requerimientos en fibra efectiva para el ganado de leche (Fuente NRC, 2001 <sup>(1)</sup>).

FDN (forraje)	FDN (dieta)	CNF <sup>(2)</sup> (dieta)	FDA (dieta)
-----Mínimo-----		-----Máximo-----	
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

<sup>(1)</sup> NRC 2001: Model software of Nutrient Requirements of Dairy Cattle seventh revised edition. USA.

<sup>(2)</sup> CNF: Carbohidratos No Fibrosos  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%Cenizas + \%EE)$ .

Del consumo total de FDN una parte importante, aproximadamente un 50%, debería corresponder a fibra larga (FDNef). En pastoreo se debe tener presente que las rebrotes tiernos de la primavera y el otoño no poseen suficiente fibra efectiva, principalmente cuando el animal selecciona solamente hojas.

### Fibra para la producción de carne

En los sistemas muy intensivos de engorde a corral (feedlot), está bien demostrado que los animales requieren una proporción mínima de fibra que estimule la rumia y la producción de saliva. Normalmente las dietas de estos sistemas son muy elevadas en concentrados (70 a 80% de la MS total), que son ricos en almidón, por lo tanto los riesgos de acidosis están siempre latentes.

En los feedlot, para lograr una elevada eficiencia de conversión del alimento en carne, se recomienda iniciar el proceso de engorde con dietas más elevadas en fibra (no menos del 50% de la MS total) e ir paulatinamente incorporando los concentrados, hasta que en unos 20 a 25 días se logre la dieta final establecida.

Si los sistemas de engorde se basan en pasturas, la fibra también cumple un rol fundamental sobre todo para complementar el pastoreo de los verdes de invierno y de los rebrotes de las praderas de leguminosas. No sólo se minimizan los potenciales problemas de "empaste" sino que además la fibra colabora en atenuar la tasa de pasaje de la digesta cuando los pastos están muy tiernos y húmedos, evitando las clásicas "diarreas" de los verdes.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### Tamaño de picado del forraje a ensilar: su determinación práctica

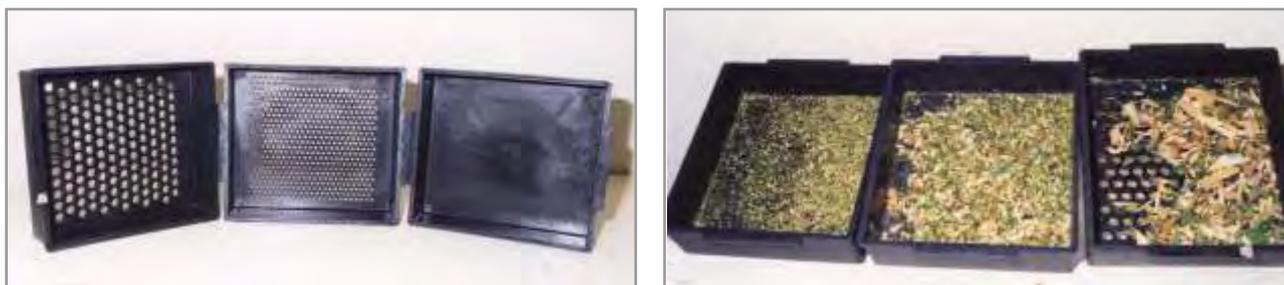
Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño, como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDNef, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje. Se debe recordar que las tres principales características de un alimento que contribuyen a su "efectividad" para estimular la rumia son:

1. Composición química (nivel de FIBRA).
2. Gravedad específica funcional.
3. Tamaño de partícula.

El picado del forraje para ensilar ha evolucionado en los últimos años, del picado grueso (mayor a 10 cm), en la década del 70 al picado fino (menor a 10 cm), en la década del 80, pasando más recientemente a lo que se denomina "doble picado de precisión", con un tamaño teórico de corte de 1 cm. Cabe aclarar que este tamaño teórico de corte está en relación directa con la regulación del equipo de picado y no con el tamaño de las partículas resultantes del proceso.

El tamaño final de picado va a estar afectado tanto por la regulación de la máquina como por el contenido de humedad de la planta a ensilar. Además, en materia de regulación del equipo, es importante diferenciar que el "partido" de los granos, en el cultivo de maíz o sorgo, se realiza con el procesador de granos de la máquina ("cracker") y no achicando el tamaño de picado.

La FDNef puede ser cuantificada indirectamente midiendo el tamaño y grado de homogeneidad de las partículas de los alimentos. Para la alimentación basada en raciones totalmente mezcladas (TMR), se han desarrollado recientemente métodos que permiten efectuar estas mediciones. Se sustentan en un sistema que utiliza una serie de zarandas, cada uno con diferente tamaño de perforaciones, por donde la muestra debe ir pasando. La proporción de partículas que quedan retenidas en cada tamiz representará, en forma indirecta, la cantidad de FDNef del alimento ó mezcla. En Estados Unidos el sistema está disponible en el mercado y la mayor difusión es el separador de partículas de Penn State (desarrollado en la Universidad de Pensylvania, Figura 12.13).



**Figura 12.13.** (Izq.) Vista del separador de partículas Penn State. (Der.) Tamaños de partículas en silaje de maíz.

Basados en las propiedades físicas de un cultivo "normal", los requerimientos y potencias de las nuevas picadoras, la salud y desempeños productivos acordes a una lactancia rentable, se recomienda que para ensilar planta entera de maíz la "longitud teórica de corte" (LTC) promedio, se encuentre alrededor de  $\frac{3}{4}$  pulgadas y la distancia entre los rodillos del procesador a  $\frac{1}{16}$  -  $\frac{1}{8}$  pulgadas (1 a 3 milímetros).

Desde un punto de vista más práctico, hasta tanto se avance en las investigaciones, las recomen-

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

daciones que se encuentran publicadas (que deben ser tomadas estrictamente como "guía de orientación"), sugieren que la mezcla final de alimentos procesados (mezclas de silajes/henos y concentrados) ó un alimento fibroso en particular (silaje o heno picado), debe tener entre un 5 y 10 % de partículas mayores a 2 cm, entre un 40 y 50% de partículas entre 0,8 y 2 cm y el resto inferior a dicha longitud.

**Tabla 12.8.** Sugerencias de tamaños de partículas utilizando el separador Penn State de cuatro bandejas, para sólo ensilaje de maíz, sólo ensilaje de alfalfa o una ración total mezclada (TMR), con base forrajera de ambos ingredientes (Fuente: Heinrichs, J. y P. Kononoff, 2002). <sup>1</sup> Porcentaje de MS que debería queda en cada bandeja.

	Ensilaje de Maíz	Ensilaje de Alfalfa	TMR
Bandeja superior <sup>1</sup> (> 0.75 pulgadas)	8% si es forraje único 3% si no es forraje único 10-15% si es picado grueso	10-15% en silo bolsa 15-25% en silo bunker	2-8%
Bandeja media <sup>1</sup> (0.31 – 0.75 pulgadas)	45-65%	45-75%	30-50%
Bandeja inferior <sup>1</sup> (0.07 – 0.31 pulgadas)	30-40%	20-30%	30-50%
Ultima bandeja <sup>1</sup> (< 0.07 pulgadas)	« 5%	« 5%	« 20%

### Importancia nutricional de un adecuado procesamiento (tamaño de partículas) del forraje

Cuando se procesan forrajes sobremaduros y muy secos, disminuir marcadamente el tamaño del picado tiene la ventaja de propiciar luego una buena compactación, evitando el efecto "fuelle" y el ingreso de aire al silo. Si el forraje está muy pasado, se recomienda además cosechar el material a una mayor altura, cortando al menos a unos 40 cm por encima del nivel del suelo. Esta práctica evitará llevar al silo una elevada cantidad de fibra indigerible (alta en lignina), además de sílice y otros elementos biológicos potencialmente dañinos, como esporas de hongos y ciertas bacterias (clostridios), que se encuentran en la tierra. Si bien quedará "materia seca" en el campo, ésta es de tan baja calidad que terminaría diluyendo el contenido energético del silaje.

Si el cultivo se ha cosechado en estado óptimo de humedad los granos deberían encontrarse normalmente en estado pastoso y estar blandos, y en cierto modo, durante el mismo proceso de picado los granos se van rompiendo. Sin embargo, algunas veces, por razones operativas, los cultivos se deben ensilar pasados, con granos muy secos y duros. En estos casos, para lograr el mejor aprovechamiento de los mismos no hay otra opción que utilizar el "cracker", ya que si estos granos no se trozan, pasarán indefectiblemente a las fecas con pérdidas casi totales del almidón contenido en ellos (Figura 12.14 y 10.15).



**Figura 12.14.** Feca con mucho grano, color rojiza.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.15.** Feca ideal.

Se debe recordar que para una buena digestión y utilización, los granos en general y los secos en particular deben estar adecuadamente procesados (molidos, partidos, aplastados), ya que el procesamiento permitirá que la mayor parte fermente en rumen y que el escape por las fecas sea mínimo.

Para ensilar forraje muy húmedo (inmaduro) y evitar una inadecuada fermentación, será necesario aplicar al material cortado unas horas previas de oreo (pre-secado), ejerciendo mucho control en su duración para no excederse de contenido de materia seca. El tamaño de picado debería regularse de tal manera que la cantidad de partículas retenidas en la bandeja ciega del separador Penn State (ver siguiente apartado), sea algo inferior al recomendado, solamente entre 25 a 30%. Estas medidas evitarán la producción de efluentes, con la consiguiente pérdida de los nutrientes más digestibles de la planta.

Silajes de picado muy fino: En muchos tambos de Argentina es normal que en algunos momentos del año falte fibra efectiva en las dietas ya que es una práctica común combinar pasturas muy tiernas (que en general se suponen de baja FDNef), con silajes picados muy fino y tamaños de partícula muy parejos. Esta situación genera frecuentes problemas de acidosis ruminal subclínica. Para prevenir esta patología, que viene acompañada por deposiciones muy blandas (diarrea), es necesario suministrar heno largo o "picado" (pero en partículas promedio de más de 5-7 cm de largo), o de lo contrario recurrir a la suplementación con sustancias reguladoras del pH ruminal, tales como las sales "antiácidas" basadas en bicarbonato y óxido de magnesio (Figura 12.16 y 10.17).



**Figura 12.16.** Silaje de maíz picado muy fino, en separador Penn State.



**Figura 12.17.** Silaje de Sorgo forrajero picado muy fino, en separador Penn State.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

En la práctica, para vacas de alta producción el suministro de pequeñas cantidades de heno "largo" de buena calidad (1,5 a 2 kg/vaca/día), en las mezclas de silajes que fueron picados muy fino, ha demostrado mejorar sustancialmente el desempeño animal.

### **Diagnóstico de la calidad de los forrajes conservados: análisis químicos, biológicos y organolépticos**

Los desequilibrios de las dietas (cuali - cuantitativos), representan una de las principales causas de pérdida de productividad en los sistemas ganaderos pastoriles. Para suministrar una dieta equilibrada de acuerdo a los requerimientos del rodeo es esencial conocer, antes de ejecutar cualquier formulación o de adquirir algún suplemento alimenticio extra para la temporada, el valor nutricional de los forrajes que se han conservado.

Si la información de la calidad no es genuina y se extrapolan datos de otras fuentes (bibliografía y del extranjero, principalmente), cualquier intento de realizar un balance de nutrientes coherente podría fallar.

Por otro lado, es necesario recordar que los forrajes conservados (secos o húmedos), son recursos muy susceptibles al deterioro si las condiciones de preservación no son las adecuadas. La exposición de los materiales a la intemperie, la contaminación con hongos u otros materiales extraños y las fermentaciones indeseables, podrían provocar daños irreversibles en la salud y el desempeño animal.

### **Los análisis básicos**

En cualquier laboratorio especializado está disponible una amplia gama de análisis que permiten conocer la composición química y nutricional de los alimentos para el ganado.

Sin embargo, algunos de estos análisis son de alta complejidad y no siempre la información que brindan, mejora sustancialmente el resultado de un balance básico de raciones, ya que a veces poseen un escaso valor "predictivo" de los atributos nutricionales de un forraje determinado. Además, pueden ser muy costosos.

Por estas razones, a nivel internacional se están realizando desde hace algunos años esfuerzos para seleccionar un grupo acotado de análisis que permita valorar adecuadamente los forrajes, en forma sencilla, de rápida resolución, con una buena correlación (valor predictivo) y económicos.

En este marco, algunos laboratorios están utilizando, para algunos parámetros, el método denominado NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que es una técnica de análisis no destructiva que, correctamente calibrada, cumple con algunos de estos requisitos.

En términos generales, el diagnóstico de la calidad y del valor nutritivo de los forrajes conservados se realiza combinando tres tipos de análisis:

1. Análisis químicos.
2. Análisis biológicos.
3. Análisis organolépticos.

Estos son los análisis más representativos que actualmente recomiendan los nutricionistas para obtener información básica que permita realizar un manejo adecuado y formular dietas equilibradas.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

### I. Parámetros relacionados al procesamiento y conservación del forraje

- **Materia Seca (% MS):** indica indirectamente la cantidad de agua del forraje. Los balances de dieta deben realizarse siempre sobre base seca. El agua diluye los nutrientes.
- **pH (sin unidad):** Concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ ), indica el grado de acidez del material. Valores de pH superiores a 5.5 indican una inadecuada fermentación láctica, con posible fermentación butírica.
- **Nitrógeno Amoniacal ( $NH_3$ ):** como proporción del nitrógeno total del forraje ( $NH_3 / \%NT$ ). Indica el grado de desaminación o degradación de las proteínas. No son adecuados los valores superiores al 15%
- **Nitrógeno insoluble en detergente ácido y en detergente neutro (NIDA y NIDIN/%NT, respectivamente):** representan indirectamente la proporción de proteínas y de fibra dañadas y por lo tanto no disponibles para el animal. No son adecuados los valores superiores al 15% e indican que en el forraje se ha producido la reacción de Maillard (calentamiento con formación de compuestos indigestibles). Confiere al material un típico color marrón y cierto olor a "tabaco".
- **Ácido láctico (% ó mmoles):** Es el principal producto de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos del forraje. Es un ácido graso volátil, fuente de energía. Una buena fermentación produce no menos de 3 % de ácido láctico. Aumenta cuando hay almidón o azúcares solubles en el forraje.
- **Ácido butírico (% ó mmoles):** Es un también un ácido graso volátil, pero producto de una fermentación indeseable de los carbohidratos, en presencia de oxígeno. No son adecuados aquellos valores superiores a 0,1%. Confiere al material un olor pútrido. El animal rechaza este tipo de alimento.
- **Micotoxinas:** metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen sobre diversos alimentos, bajo determinadas condiciones ambientales. Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis. Las determinaciones sugeridas y los límites máximos de aceptación son: aflatoxinas (25 ppb); deoxinivalenol o DON (300 ppb); zearalenona (250 ppb) y el tricoteceno toxina T-2 (100 ppb).

### 2. Parámetros relacionados con la composición química (análisis químicos de laboratorio).

- **Proteína bruta (% PB):** esta fracción incluye también las sustancias nitrogenadas no proteicas (NNP) como aminos, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados. No siempre un alto nivel de PB significa buen nivel proteico. Los compuestos NNP, solubles o muy degradables, poseen menor valor nutricional que las proteínas verdaderas.
- **Fibra detergente neutro (% FDN):** representa los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. No siempre un alto valor de FDN implica un alimento de tipo "fibroso", todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Si son muy pequeñas se dispondrá de menos "fibra efectiva" (FDNef).
- **Fibra detergente ácido (% FDA):** Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos Maillard; sílice; cutina, etc. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje: **cuanto más alta, menos digestible.**
- **Lignina (% Lg):** Lignina es un polifenol que se produce cuando maduran las plantas, para darle rigidez y sostén, por eso principalmente se encuentra en los tallos y en general es mayor en ciertas las leguminosas (alfalfa, lotus, trébol rojo). La lignina actúa como una barrera para la digestión

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

microbiana ruminal de la celulosa y la hemicelulosa, que en estado casi puro son muy digestibles

- **Cenizas (% Cz):** Esta fracción está compuesta de minerales (macro y micro-elementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10%. Si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra. En muchos casos es recomendable analizar en las cenizas los contenidos de minerales clave para el balance de la dieta (calcio, potasio; fósforo, magnesio, etc.).
- **Extracto etéreo (%EE):** Es la fracción de lípidos del alimento. Contiene principalmente aceites y grasas. Valores superiores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total. Pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales. Además, durante el almacenamiento predisponen a enranciar los materiales cuando éstos no están adecuadamente acondicionados.

### 3. Parámetros relacionados con la digestión (Análisis biológicos).

- **Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS):** Indica indirectamente cuánto alimento quedará retenido en el tracto gastrointestinal para ser digerido (en rumen e intestinos). **Si los valores son inferiores al 55%, el forraje se considera de muy baja calidad.** Este análisis todavía se utiliza para calcular el valor energético de los forrajes, sin embargo está comprobado que en muchos casos no es un buen estimador.
- **Proteínas degradables y no degradables en rumen (%PDR-%PNDR):** Se determinan mediante la técnica de "bolsitas de nylon" incubadas durante determinados períodos de tiempo en el rumen de un animal canulado *ad hoc*. Si las proteínas son muy degradables (más del 70%) en el rumen se producirá una gran cantidad de  $\text{NH}_3$ . En cambio, cuando los alimentos altos en PB poseen más del 50% de PNDR se consideran del tipo "pasantes".
- **Fibra detergente neutro-digestible (FDN<sub>digestible</sub>):** Es el más nuevo de los análisis. Se determina mediante una técnica *in vitro* similar a la DIVMS. Indica de manera indirecta qué proporción de la pared celular del forraje podrá ser digerida en rumen.
- **Tamaño de partícula:** Este análisis, también de reciente ajuste, se realiza pasando una muestra del forraje a través de un sistema de tamices con tamaños de poros estandarizados. Se utiliza normalmente el denominado separador de partículas "Penn State" (set de 3 a 4 bandejas, tipo zarandas). Este análisis es un buen indicador de la efectividad de la fibra del forraje (FDNef).

### 4. Análisis organolépticos (determinaciones visuales, olfativas y táctiles).

- **Color:** Gama de colores del verde al marrón oscuro. Indicador de las condiciones de almacenamiento, del grado de humedad del material, la ocurrencia de reacción de Maillard y también de la presencia de hongos. En caso de silaje de maíz, el verde de tono ligeramente "oliva" indica condiciones adecuadas de procesamiento y almacenamiento. Marrón oscuro, reacción de Maillard (que genera una especie de lignina artificial) y si se visualizan secciones blancas, presencia de hongos.
- **Olor:** del suave perfume a vinagre al rancio putrefacto. Indica si las condiciones de procesamiento fueron adecuadas (suave a vinagre); fermentación hiper-acética-material húmedo (avinagrado); fermentación butírica (putrefacto y rancio); fermentación alcohólica (olor a alcohol) por ejemplo, en grano húmedos almacenados muy "secos" y presencia de oxígeno. En el caso del heno, olor a tabaco fuerte indica reacción de Maillard.
- **Textura:** flexibilidad y humedad de tallos y hojas, aspectos del grano. Tallos muy "leñosos" y trozos visibles de mazorcas; material seco, desperejo, áspero pero "mullido"; forraje que "moja" o está "resbaloso". Granos pastosos y suaves al tacto o granos duros y vítreos; granos

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

inmaduros con aspecto "lechosos". Estas determinaciones son indicadores del estado en que el cultivo se ha procesado y preservado.

Todos estos análisis aportarán muy buena información si se realizan sobre "muestras representativas" de los forrajes que consumirán los animales. Por eso, se debe consultar al profesional asesor o al laboratorio sobre los procedimientos más adecuados para la toma de la muestra y su acondicionamiento, para enviarla al laboratorio.

Asimismo, también se sugiere que los resultados de estos análisis sean supervisados por el profesional asesor que realiza los balances de dietas, ya que a partir de algunos de ellos deberá estimar finalmente el valor energético, proteico o aniónico/catiónico, por ejemplo.

### La clínica de los forrajes conservados: detección de problemas relacionados a la conservación y fermentación

#### Clínica de los henos

Un buen heno de alfalfa es aquel que ha sido producido a partir de un cultivo desarrollado bajo buenas condiciones de manejo, siguiendo prácticas de confección apropiadas. En consecuencia, el forraje, sea un fardo o un rollo, se caracteriza por conservar un color casi original, presentar abundante foliosidad, tallos finos, ausencia de malezas y materiales extraños. Su aroma es agradable y al tacto es seco pero no abrasivo (Figura 12.18 y 12.19).



**Figura 12.18.** Henos del alta calidad almacenados bajo tinglado.



**Figura 12.19.** Evaluando henos de alfalfa.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

En la Tabla 12.9 se presentan los síntomas organolépticos que indican problemas de confección y/o almacenamiento de henos

**Tabla 12. 9.** Síntomas organolépticos indicadores de problemas de confección y/o almacenamiento de henos y posibles causas del problema.

SÍNTOMAS	POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA
Heno color marrón oscuro; olor dulzón, atabacado. Tallos extremadamente secos, frágiles y quebradizos.	Forraje henificado con alta humedad (mayor al 15%), ocurrencia de reacción de Maillard (indicador de calentamiento excesivo). Almacenamiento a la intemperie.
Heno color verde, con secciones oscuras y secciones blancas	Estado fenológico adecuado, pero andanas con diferente volumen y nivel de humedad.
Heno descolorido, con hojas casi blancas	Buen estado fenológico, pero muy "lavado" en la andana por acción de lluvia y sol.
Exceso de tallos gruesos y quebradizos, hojas que se desprenden y pulverizan fácilmente.	Forraje sobremaduro (estado fenológico de ructificación). Inadecuadas condiciones de almacenamiento.
Heno flojo, rústico, con hongos. Presencia de secciones con partículas blanquecinas (esporas de los hongos) que se desprenden como "talco".	Forraje sobremaduro, enmalezado. Andana expuesta varios días a la acción de los elementos climáticos y a la contaminación con tierra y excrementos por acción del rastrillo. Almacenamiento a la intemperie.

### Clínica de los silajes

Al igual que los henos, un buen ensilaje debe reunir ciertas características organolépticas, indicadoras de adecuadas condiciones de preservación. Toda vez que no se cumplan las reglas de confección y almacenamiento, apropiadas se presentarán problemas de calidad. En principio, estas reglas tienen relación con el manejo agronómico del cultivo y las prácticas inherentes al procesamiento y conservación de las partículas de forrajes en condiciones de anaerobiosis: tamaño de picado, compactación y tapado o sellado.

Una de las características sobresalientes de un buen ensilaje es su aroma, que debe ser suavemente "avinagrado", como consecuencia de la predominancia de las fermentaciones lácticas (Figura 12.20 y 12.21).



**Figura 12.20.** Silaje de maíz de alta calidad.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.21.** Silaje de maíz en estado avanzado de madurez.

**Tabla 12.10.** Síntomas organolépticos indicadores de problemas de confección y/o almacenamiento de silajes y posibles causas del problema.

SÍNTOMAS	POSIBLES CUSAS DEL PROBLEMA
Ensilaje caliente (+ 50°C); color marrón oscuro; olor fuerte a tabaco	Forraje muy maduro y seco; alta población hongos y levaduras en el cultivo original; picado muy grueso; lento llenado del silo; falta compactación; presencia oxígeno (O <sub>2</sub> ).
Ensilaje con hongos. Manchas blancas en secciones oscuras. Olor a mohos.	Los hongos crecen solamente en presencia de O <sub>2</sub> por lo tanto hubo ingreso de aire. Lento llenado del silo; tamaño de picado "largo".
Silaje con olor a alcohol	Fermentación dominada por levaduras que fermentan los azúcares a alcohol, lento llenado del silo, penetración de O <sub>2</sub> y pocas bacterias lácticas.
Ensilaje con un fuerte olor a leche "rancia" (olor a podrido), resbaloso al tacto, presencia de efluentes	Fermentación clostridial con producción de ácido butírico, favorecido por alto contenido de humedad del forraje, inadecuadas bacterias lácticas y bajos azúcares en la planta.
Ensilaje con fuerte olor a vinagre	La fermentación ha estado dominada por bacterias que fermentan los azúcares a ácido acético (vinagre), que ha sido favorecida por el alto contenido de humedad del forraje. Además inadecuadas bacterias lácticas y bajos azúcares en la planta.

### Contaminación de los forrajes conservados: Micotoxinas, diagnóstico y prevención

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen en condiciones favorables sobre diversos alimentos (Figura 12.22 y 12.23).



**Figura 12.22.** Rollos deteriorados.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional



**Figura 12.23.** Muestra de silaje con hongos.

Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis. No deben confundirse con las micosis, que son afecciones debidas a diversas especies de hongos que invaden los tejidos vivos, desarrollándose sobre ellos.

### Hongos productores de micotoxinas

Los hongos productores de micotoxinas están ampliamente distribuidos en el ambiente. Se los puede encontrar en una gran variedad de alimentos, algunos de los cuales tienen gran importancia en la dieta humana y animal, como los cereales y las oleaginosas.

Algunos de estos hongos invaden los cultivos en el campo (hongos del campo), antes de ser cosechados. Otros son capaces de desarrollarse en los productos almacenados (hongos del almacenamiento), en una gran variedad de condiciones ambientales.

La mayoría de los "hongos de campo" pertenecen al género *Fusarium* y los "del almacenamiento" a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. El desarrollo de los hongos de "campo" depende de las condiciones climáticas imperantes durante algunas fases del cultivo. Por lo tanto, son más difíciles de controlar que los del almacenamiento, cuyo desarrollo puede prevenirse con buenas prácticas de acondicionamiento y conservación.

Las aflatoxinas y micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus*, son consideradas muy peligrosas por su poder contaminante aún a muy bajas concentraciones, por el tipo de daño, muchas veces irreversible y por su capacidad de acumularse en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria. Si bien las micotoxinas derivadas de hongos "del campo" resultan dañinas para la producción de leche, generalmente tienen muy baja tasa de metabolización y por lo tanto, de aparición en el producto animal.

Entre las toxinas más frecuentes y perjudiciales se encuentran la zearalenona y los tricotecenos (toxina T-2, diacetoxiscipernol o DAS y el deoxinivalenol o DON).

### Las micotoxinas y sus efectos adversos

El término micotoxicosis es muy general y abarca enfermedades diferentes, que sólo están relacionadas entre sí por deberse a toxinas producidas por mohos. Las principales vías de intoxicación se deben a la ingesta de alimentos contaminados con micotoxinas o con residuos de las mismas. Cabe aclarar que las aflatoxinas son resistentes a los tratamientos térmicos y si estuviesen presentes en la leche por ejemplo, no se destruirían con la pasteurización.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

En el ganado, el consumo de alimentos contaminados produce una depresión del sistema inmunológico y como consecuencia, se reduce la resistencia a enfermedades infecciosas, la eficiencia de las vacunas preventivas y se producen daños patológicos en órganos como hígado y riñones. Además, se observa disminución de crecimiento, menor eficiencia de conversión de alimento y reducida eficiencia reproductiva. Todo esto se traduce en pérdidas económicas significativas.

En la Tabla 12.11 se presentan algunas patologías producidas en ganado vacuno por las micotoxinas que se encuentran con mayor frecuencia en los alimentos y los límites de aceptación en la dieta. Cabe aclarar que estos límites son para cada micotoxina en particular, sin embargo, el efecto de estas toxinas es sinérgico.

**Tabla 12.11.** Efectos y patologías asociadas a micotoxinas específicas y concentraciones máximas sugeridas en la dieta para bovinos de leche y carne.

MICOTOXINA	EFFECTOS-PATOLOGÍAS	Límite máximo sugerido en la dieta
Aflatoxinas	Disminución del desempeño animal y del estado general de salud. Residuos en leche	25ppb
DON (vomitoxina)	Menor consumo y producción de leche, recuento elevado de células somáticas en leche, reducción de la eficiencia reproductiva	300 ppb
Zearalenona	Modificaciones en el nivel de estrógenos, aborto (dosis altas), reducción del consumo de alimentos, disminución en la producción de leche, vaginitis, secreción vaginal, menor eficiencia reproductiva.	250 ppb
Toxina T-2	Rechazo del alimento, pérdidas de producción. Gastroenteritis, hemorragias intestinales, muerte. En terneros, disminución de la respuesta inmunológica.	100 ppb

### Marcadores de la presencia de micotoxinas

Se han realizado algunos intentos para encontrar una micotoxina "marcadora", que indique la presencia de otras en forrajes conservados, en particular silajes. El DON (vomitoxina), ha sido señalado con este propósito. Este compuesto es producido por especies de *Fusarium* y las vacas lecheras se encuentran entre los animales más susceptibles.

Sin embargo, los estudios realizados en la EEA Rafaela del INTA en forrajes conservados, indican que no habría un "marcador" certero, ya que aún en ausencia de *Fusarium*, se constató presencia de DON y, no siempre, la presencia de hongos potencialmente productores de aflatoxinas estuvo asociada a muestras DON positivas.

La presencia de micotoxinas en los henos y silajes depende de las condiciones climáticas, fundamentalmente las precipitaciones y por la elaboración y almacenamiento del forraje. Por ejemplo, en henos de pastura los análisis indicaron presencia de toxinas cuando los mismos fueron confeccionados con alta humedad (mayor a 25%) y almacenados directamente sobre la tierra, a la intemperie. Para silajes, los parámetros analíticos de aquellos con contaminación fúngica señalaron claramente que el proceso de conservación no fue el adecuado. Se registraron valores de pH y de nitrógeno amoniacal que indican una inapropiada fermentación (ingreso de aire), con elevada proteólisis.

### Observación de las deposiciones fecales del animal para diagnosticar desequilibrios en la dieta

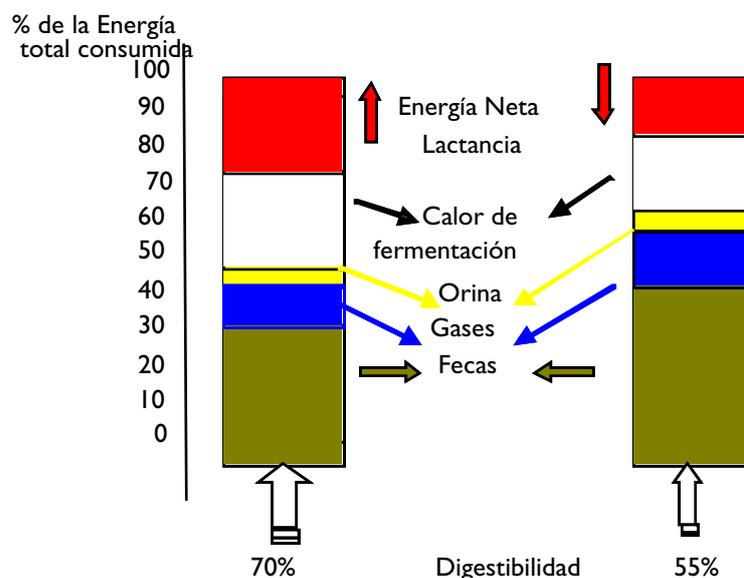
El estiércol está compuesto principalmente por residuos de alimentos que no fueron utilizados, ya sea porque son indigestibles, como por ejemplo la fibra muy lignificada, o porque pasan rápidamente

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

sin tiempo para ser digeridos, como algunas secciones de fibra del forraje, alimentos en partículas muy finas y en algunos casos hasta granos enteros. Por lo tanto, un detenido monitoreo a campo de las deposiciones en los potreros y/o corrales de alimentación puede, en la práctica, ayudar a interpretar y corregir problemas de alimentación.

### Pérdidas energéticas del proceso digestivo

Si se considera que las pérdidas de alimento en las fecas constituyen la principal "fuga de energía" del sistema animal y por ende, determinante de la digestibilidad de la dieta. En el siguiente gráfico se muestran las composiciones de las pérdidas hipotéticas de energía (partición de la energía), en vacas lecheras, consumiendo dos raciones de digestibilidad contrastante (Figura 12.24).



**Figura 12.24.** Partición relativa de la energía consumida por vacas lecheras con dietas de diferente digestibilidad.

El proceso digestivo es, en términos generales, poco eficiente aún con una dieta de alta digestibilidad. Para una digestibilidad del 70% (Figura 12.24., rectángulo de la izquierda), la energía disponible para la síntesis de leche (Energía Neta lactancia) sigue siendo relativamente baja, menos del 30% del total de energía consumida por el animal. Pero cuando la calidad de los alimentos disminuye o el desbalance entre nutrientes de la dieta es importante, la digestibilidad disminuye y la magnitud de las pérdidas se incrementan sustancialmente, en más del 35% (rectángulo de la derecha).

Las pérdidas más sencillas de controlar son en primer orden las derivadas de las fecas y luego las de los gases de fermentación (metano), ambas pueden disminuir sensiblemente a través de dietas equilibradas (relación energía a proteínas), con alta calidad de la fibra del forraje y suministrando diariamente los alimentos de forma tal que se produzcan buenas sincronizaciones ruminales de los diferentes nutrientes contenidos en ellos.

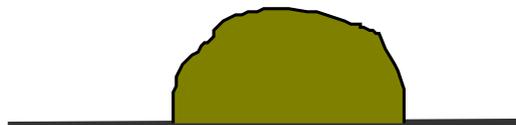
### La materia fecal y sus características

En función de la consistencia (grado de humedad) y características físicas (aspecto general), se pueden distinguir cuatro tipos de deposiciones, las cuales se describen a continuación.

#### A) Consistencia "firme"

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

**Características:** son fecas duras que se deponen como una única unidad en forma piramidal, relativamente secas (bajo contenido de humedad). En general no poseen un olor intenso. Al tacto son ásperas, con abundantes partículas de fibras gruesas, sin rastros visibles de grano (Figura 12.25).



**Figura 12.25.** Fecas firmes.

**Diagnóstico:** Consumo de abundante fibra entera de regular calidad con alto grado de lignificación y largo tiempo de retención en rumen, escaso nivel de proteína en la dieta, en especial de compuestos nitrogenados degradables, provoca efecto "llenado ruminal" que conduce a menores consumos. Generalmente coincide con pH de rumen de alrededor de 7 o levemente superior. Son comunes en vacas secas o de fines de lactancia. En vacas de alta producción, durante el 1<sup>er</sup> tercio de lactancia, reflejan una condición de subnutrición y consecuentemente menores rendimientos de leche, con elevadas concentraciones de grasa butirosa y bajos porcentajes de proteína.

### B) Consistencia "ideal"

**Características:** deposición menos firme que la anterior, suavemente redondeada en sus bordes, dejando en el centro una leve depresión (donde, por dichos de algunos expertos "podría colocarse una flor de margarita"). Al tacto es suave y levemente pastosa y homogénea, no se visualizan fácilmente partículas de fibra larga ni granos enteros o parcialmente digeridos (Figura 12.26).



**Figura 12.26.** Feca de consistencia ideal.

**Diagnóstico:** Dieta balanceada, correcta cantidad y calidad de Fibra (FDN) y suficiente nivel de fibra efectiva (FNDef.). En rumen se forma un "entramado" fibroso en la capa superior que promueve una adecuada masticación, rumia e insalivación. Indica buena sincronización, con pH ruminal promedio diario de 6 - 6,5. Adecuado consumo voluntario y buen nivel de producción y composición de sólidos en leche.

### C) Consistencia "blanda"

**Característica:** Feca acuosa y de olor penetrante. Presenta una forma aplanada y expandida, al deponerse "salpica" bastante. Es inconsistente y resbaladiza al tacto, muchas veces se nota la presencia de "mucus" (mucina/fibrina), del tracto gastrointestinal que es transportado por la rápida tasa de pasaje de la dieta. También son fecas con presencia de "burbujas de gas". En contacto con el aire presenta una coloración levemente grisácea. Se distinguen fácilmente partículas aisladas de finas fibras largas (> 1 cm) y granos enteros o partidos que no fueron digeridos debido precisamente a la rápida tasa de pasaje. Coincide con un rumen de tipo ácido, con pH inferior a 6 en buena parte del día (Figura 12.27).



**Figura 12.27.** Feca de consistencia blanda.

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

**Diagnóstico:** Es indicativo de un déficit de fibra, principalmente FDNef. En muchas circunstancias el animal puede encontrarse en acidosis subclínica. Es frecuente en vacas de alta producción en los primeros meses de la lactancia, que reciben elevados niveles de concentrado en la dieta. En otras categorías es común en condiciones de pastoreo de forrajes tiernos (alfalfa de primavera y otoño, por ejemplo) y dietas con altos contenidos de proteína degradable. Generalmente se asocia a altos consumos voluntarios y muy rápidas tasas de digestión y pasaje. El contenido de sólidos de leche es normalmente bajo, principalmente el de grasa butirosa., en algunas ocasiones se presenta la inversión en las concentraciones de grasa a proteínas (más proteína que grasa). Esta condición es de "alerta" y se deben corregir rápidamente los niveles de fibra de la dieta.

### D) Consistencia "chirle" (diarrea)

**Característica:** Fecas totalmente planas y acuosas, se visualiza entrecortada, en secciones muy extendidas. Se va deponiendo en forma de "chorros", salpicando en su alrededor. Contiene abundante "mucus" intestinal, muy resbaladiza al tacto. Los garrones y cola generalmente están muy sucios con materia fecal (Figura 12.28).



**Figura 12.28.** Feca de consistencia "chirle" o diarrea.

**Diagnóstico:** Severo desbalance nutricional, déficit pronunciado de fibra y FDNef, excesos de proteínas de alta degradabilidad ruminal; disturbios en el metabolismo mineral (balance aniónico/catiónico) que provoca graves alteraciones en el balance hídrico corporal. Es también signo de déficit pronunciado de magnesio (Mg) en la dieta. Es frecuente en vacas pastoreando verdeos de invierno muy tiernos, como principal componente de su dieta. "Alerta roja", se deben plantear nuevamente la ración incorporando fuentes de energía, fibra y minerales.

### El monitoreo de las fecas a campo y la interpretación de los resultados

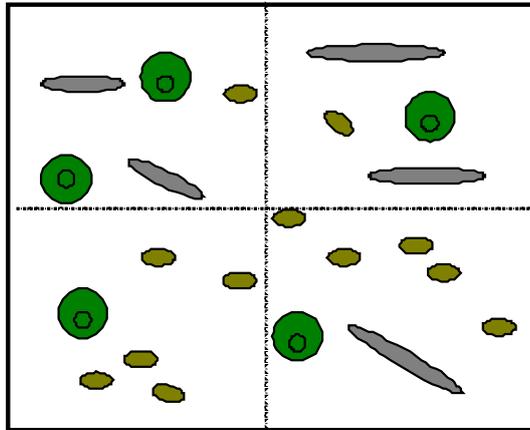
Las prácticas de monitoreo del estiércol son sencillas y de rápida resolución. Se sugiere que se lleven a cabo rutinariamente, al menos una vez por semana, entrenando al personal que normalmente lleva a cabo el manejo de los animales. Las observaciones pueden realizarse tanto en las franjas de pastoreo como en los corrales de encierro donde se suministran henos/silajes u otros alimentos.

En el caso de las franjas de pastoreo es conveniente dividir imaginariamente una superficie, lo suficientemente representativa, en cuartiles (Figura 12.29), efectuar el conteo de las deposiciones por cuartil, clasificarlas según su tipo (duras, normales, blandas, chirles) y finalmente calcular la proporción de cada una sobre el total monitoreado. Teniendo identificado el rodeo en cuestión según su estado fisiológico (proporción de vacas en lactancia temprana, lactancia media, etc.), luego se procede al diagnóstico de situación (**Figura 12.29**).

Para el caso de un lote de animales de alta producción (24-30 litros/vaca/día), si la cantidad de deposiciones de tipo blandas se encuentra en una proporción mayor al 40% será necesario corregir la cantidad de fibra de la dieta, principalmente la FDNef y readecuar los niveles proteicos de la misma. Posiblemente la proteína degradable en rumen sea excesiva. Si por el contrario, en el total monitoreado, se advierte gran heterogeneidad en el tipo de estiércol podría indicar que los animales no se están alimentando en forma pareja, es posible que algunas vacas estén consumiendo más rollo, otras más pasto y otras más silaje. En estos casos es necesario corregir el sistema de suministro y tal vez, lotear

## Aspectos relacionados al manejo nutricional

los animales de manera que se elimine la competencia entre ellos (vaquillonas de 1<sup>er</sup> lactancia separadas de vacas multíparas).



**Figura 12.29.** Monitoreo de las deposiciones sobre una superficie representativa de los sitios de alimentación.

## Bibliografía consultada

Los capítulos y contenidos de este libro han sido escritos tomando como base y apoyándose técnicamente en las siguientes publicaciones.

1. Andrieu, J. – Demarquilly, C. – Wegat-Litre, E. et Weiss, Ph. Préviation de la valeur énergétique des foins. In: Préviation de la valeur nutritive des aliments des ruminants Ed INRA Versailles, Francia 119 – 128. 1981.
2. Animal Feed Science and Tecnology, 40, 109 – 119. 1993.
3. ASAE, 1981. Agricultural Engeneers Yearbook, St. Joseph, Michigan, USA.
4. ASAE, 1981 – 1983. Agricultural Engeneers Yearbook, St. Joseph, Michigan, USA.
5. Avances en henificación. Revista CREA, N° 140. Diciembre 1989.
6. Bainer, R. – Kepner, R. y Barrer, E. Principles of farm Machinary. Octubre 1955.
7. Bosma, A. Producción de silaje en 24 horas. Agricultura de las Américas. Sep – Oct 1990.
8. Bragachini, M. Ganadería: Desafíos de intensificación para competir con la agricultura más eficiente del mundo. Gacetilla de prensa 01/2008. INTA PRECOP II. Abril del 2008.
9. Bragachini, M. – Cattani, P. - Ramírez, E. – Moreno, E. – Viviani Rossi, E. y Gutierrez, L. Hoja informativa N° 5: silaje de grano con alto contenido de humedad. INTA PROPEFO, 1995.
10. Bragachini, M. – Cattani, P. – Ramírez, E., Todo forraje: manual de maquinaria para la producción de forraje conservado de alta calidad. 1995.
11. Brero, R. Nociones básicas de conservación de forrajes. Boletín de divulgación técnica N° 10. INTA Rafaela, 1978.
12. Bruno, O. – Romero, L., Quaino, O. y Gagiotti, M. Rendimiento de MS, silaje y valor nutritivo de cultivares de maíz. Revista argentina de producción animal, vol. 12, N° 2. 139 – 145.
13. Bruno, O. – Romero, L., Quaino, O. y Gagiotti, M. Cultivares de sorgo forrajero para silaje. Rendimiento de MS y valor nutritivo de la planta. Revista argentina de producción animal. Vol. 12. N° 2: 157 – 162.
14. Bruno, O. – Romero, L. – Gagiotti, M. Influencia del período de almacenamiento sobre la calidad de los henos. INTA Rafaela. Inf. Tec. p/prod. 1991.
15. Bruno, O. Subprograma bovinos de leche. 1993.
16. Cabon, G. De la fauche a lándaine. Forum des fourrages, Chateaux, France 136 – 154. 1983.
17. Casagrande, J. Modelisation de la recolte des fourrages: Cas du foin en grosses balles cylindriques. Institute Nacional Agronomique Paris – Grignon. Marzo 1991.
18. Censo Nacional Agropecuario 1988, datos publicados por el INDEC.
19. Cooperative extensión service Michigan state University, extensión bulletin e – 1139. Corn silage. 1975.
20. Corn Pennsylvania State University – Forages University of Wisconsin, Corn silaje production, management and feeding. 1995.
21. Danelón, J. Factores que influyen sobre la calidad del heno. Primer congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna – FORRAJES '92. Nov., 1992.

## Bibliografía consultada

22. Danelón, J. Lo que hay que saber sobre henificación. Ciencia Pura Agropecuaria N° 12. 1992.
23. De Montard, F. L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple D'une prairie a Agrostis sonnaix et poa pratensis des Monts d' Auvegbe. Fourrage, 85, 39 – 52. 1981.
24. Deere & Co. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Cosecha de heno y forraje. 1976.
25. Deere & Co. Fundamentals of machina operation. Hay and forage harvesting. 1993.
26. Deere & Co. Manual del operador de rotoenfardadoras 435 y 535. edición 1992.
27. Demarquilly, C. La fenaison: évolution de la plante auchamp entre la fauche et la récolte. Perte déau, metabolismo, modification de la composition morfológica et chimique. Demarquilly Ed "le fourrages secs: récolt, traitement, utilisation", INRA París. 1987.
28. Domingo, O. y Maddaloni, J. Producción animal: pasturas y forrajes. Volumen 6, AAPA, 1978.
29. Ekern, A. y Vik – Mo, L. Forrajes conservados como alimentos para vacas lecheras. Agricultural University of Norway.
30. Encuesta agropecuaria 1992 (datos definitivos). Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos. S. A. G. y P. Junio, 1993.
31. Farm feed processing and handling. Agriculture Canada. Publication, 1572.
32. Fisher, J. – Zurcher, P. – Shelford, J. and Skinner, J. Quantity and nutrient content of effluent losses from ensiled high moisture grass. Can. J plant Sci. 61: 307 – 312. 1980.
33. Gaillard, F. et Rousselet, M. Essai d'une presse á balles rondes de marque. RIVIERRE – CASALIS type RC 125 CEMAGREF, essai N° 1046, 23 p. 1986.
34. Gallardo, M. Ensilajes: ¿Por qué es importante el tamaño de picado?. Gacetilla de prensa. INTA RAfaela
35. Gallardo, M. Utilización de forrajes conservados para la producción de leche. Gacetilla de prensa. INTARafaela.
36. García Espil, A. Evaluación de recursos forrajeros. 1° edición. CREA. Abril, 1991.
37. García, A. A study of the performance and economics of hay conditioners. Report of the special problem. Summer 1964.
38. Hanson, C. Ciencia y Tecnología de la alfalfa. Tomo I y II. American Society of Agronomy, Inc. 1976.
39. Henificación CREA. Cuaderno de actualización técnica N° 48. Julio, 1990.
40. Henificando a la europea. Revista dinámica rural. Enero, 1986.
41. Hijano, E. Enfermedades de la alfalfa. Agro de Cuyo. Boletín N° 1. INTA Manfredi, 1993.
42. Hijano, E. Subprograma Alfalfa ITA. 1993.
43. Hunt, D. Maquinaria agrícola. Universidad de Illinois. 1983.
44. INTA. Últimos avances en silajes. Curso de actualización para profesionales. Área de producción animal y PROPEFO. INTA 1998.
45. INTA. Lineamientos para el desarrollo sostenible del sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial. Documento interno. Abril del 2008.
46. INTA MEPROLE. Calidad de las reservas forrajeras. Muestreo de henos. 1992.
47. INTA MEPROLE. 1993.

## Bibliografía consultada

48. INTA PROPEFO. Ensayo comparativo entre la enfardadora prismática de fardos gigantes CASE 8575 vs una rotoenfardadora convencional de última generación. Informe técnico N° 3.
49. INTA PROPEFO. Heno de Calidad. Cuaderno de actualización técnica N° 1. Ediciones INTA. Marzo de 1995.
50. INTA PROPEFO. Prueba a campo de la picadora CASE Mammuth 7400. Informe técnico N° 4. INTA 1998.
51. INTA PROPEFO. Silaje de granos con alto contenido de humedad. Hoja informativa N° 5. INTA PROPEFO, Abril de 1995.
52. INTA PROPEFO. Silaje de maíz y sorgo granífero. Cuaderno de actualización técnica N° 2. 1998. ISSN N° 0329 – 1650.
53. INTA PROPEFO. Los avances del forraje conservado en 4 años de trabajo del INTA PROPEFO. INTA 2001.
54. INTA Rafaela, información técnica para productores 1995 – 1996. Centro regional Santa Fe. 1997.
55. Josifovich, J. Pérdidas en la henificación y el ensilado. Información técnica N° 65. INTA Pergamino.
56. Juan, N. Proyecto de investigación estratégica “Reservas forrajeras de calidad”. INTA Anguil. 1993.
57. Kjelgaard, W. Energy and times needs in forage systems. Transaction of ASAE. July – August, 1985.
58. Krishnamoorthy, U. – Steingass, H. and Menke, K. Preliminary observations on the relationship between gas production and microbial protein síntesis in Vitro. Arch. Anim. Nutr., Berlín 41:5, 521 – 526. 1991.
59. Koegel, R.; Strau, R. y Walgenbach, R. Cuantificación de mechanical losses in forage harvesting. Trans. Of the ASAE. July – August 1985.
60. Los avances del forraje conservado en 4 años de trabajo del INTA PROPEFO. INTA. 13 páginas. 2001.
61. Luder, W. Influence des conditions climatiques et du peuplement sur le processus de séchage des fourrages. Bull FAT, 6. 1974.
62. Macdonald, A. and Clark A. Water and quality loss during field drying of hay. Departamento f crop science. University of Guelph. Canada, 1987.
63. Maddaloni, J. Estado actual de los conocimientos sobre germoplasma forrajero y problemas principales en la región templada argentina. INTA Pergamino, 1987.
64. Magnasco, A. Silo de pastura. Revista CREA N° 159. Marzo, 1993.
65. Mainero y Cia S.A., Manual del operador cortadora hileradora y desmalezadora modelo 6026. Edición 1992.
66. Mazzanti, A. Subprograma forrajeras INTA.
67. Mazzetto, F. Máquinas para la recolección de forrajes. Máquinas y tractores agrícolas N° 7. Madrid, Junio 1992.
68. Mc Donald, P. and Whittembury, R. Pérdidas durante el ensilado. Escuela de Agricultura de Edimburgo, 1968.

## Bibliografía consultada

69. Mondino, M. – Bruno, O. – Romero, L. – Ganggiotti, M. y Fernández, H. Conservación de forrajes. Reunión técnica para profesionales de las ciencias agrarias. Agosto, 1988.
70. Morgan, D. – Osman, M. and Hickman, S. A mathematical model o fan apparatus for the assessment of the lenght distribution of chopped forage. J. Agric. Enging Res. 1984.
71. Mueller, J. Subprograma rumiantes menores INTA. 1992.
72. Murdock, J. Dairy Fmr, london, Abril 1953.
73. Nash, M. Partial wilting of grass crops for silage. J. Brit. Grassland Soc. 14: 65 – 73. 1959.
74. National Research Council. Nutrient requeriment of dairy cattle. 5° edición. National Academy of Science. Washington DC. 1978.
75. New Holland UK limited. Manual de información de producto: picadora de forraje autopropulsada. 1996.
76. Oddino, C. Comunicación persoal, Abril – Mayo de 1994.
77. Oddino, C. Henificación. CREA Cuaderno de actualización técnica N° 48. Julio 1990.
78. Pedretti, E. Maquinaria para forrajes. Máquinas y tractores agrícolas N° 3. Madrid. Marzo 1992.
79. Penman, H. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society. London, 1948.
80. Pionner Hi-bred Internacional, Pionner forage manual: a nutritional guide. 1990.
81. Pitt. R., silaje and hay preservation. 1990.
82. Pozzo, L. y Barrenechea, A. Alfalfa para animales lecheros.
83. Rearte, D. Documento programa nacional de producción animal I. INTA Junio, 1993.
84. Regés, A. El ensayo de Regés, Revista Infortambo, noviembre 1992. Pag. 26.
85. Reservas de forrajes. Fascículo de orientación técnica N° 6. Suplemento de la revista nuestro holando. Año 1978.
86. Revista solo forraje. Editorial Laboreo S.A. Madrid. Marzo 1987.
87. Romero, L. – Giordano, J. – Bruno, O. efecto del acondicionado mecánico sobre la tasa de secado de la alfalfa para heno. INTA PROPEFO, Rafaela. Febrero, 1995.
88. Rotz, C. – Abrams, S. and Davis, R. Alfalfa drying, loss and quality a influenced by mechanical and chemical contioning. Transactions of ASAE. Vol. 30. N° 3. 1987.
89. Roybal, J. El acondicionado químico enfrenta un brillante porvenir. Revista Cultiva 2000. Año I, N° III.
90. Russell, J. – Poder, S. and Marley, S. The effects of bale density, type of binding and storage sourface on the chemical composition, nutrient recobery and digestibility of large round hay bales. Animal Feed Science and Technology, 29 (1990). 131 – 145.
91. Savoie, P. – Brook, R. and Rotz, C. Empirical model for field drying of alfalfa. ASAE, 1982.
92. Savoie, P. The análisis of forage harvest, storage and feeding systems. A disertation for the degreee Doctor of Philosophy, Michigan. State University. USA, 1982.
93. Scales, G. – Moss, R. and Quin, B. Storages losses in round hay bales. New Zeland Grassland Association, 42: 223 – 6 (1981).
94. Schmid, A. – Goodrich, R. – Jordan, M. – Marten, G. y Meiske, J. Relationship among agronomic characteristic of corn and sorghum cultivars and silage quality. Trans. Of the ASAE. Abril 1975.
95. Segundas Jornadas sobre Producción Intensiva de Carne. Revista Marca Líquida. Julio, 1993.

## Bibliografía consultada

96. Servicio de información técnica AACREA. Reservas de forrajes. 1969.
97. Sheaffer, C. and Neal, P. Hay preservation. Agricultural Extension folder 489 (1979). Extensión Service University of Minnesota.
98. Sherwood, T. The Drying of solids ind. Eng. Chem. 21, 112–116. 1929.
99. Silaje. Divulgación técnica Dinámica Rural. 1982.
100. Thomas, C. Forrage conservation in the 80's. British Grassland Society. 1979.
101. Thomas, H. and Norris, J. The influence of the light and temperatura during winter on growth and death in simulated swards on lolium perenne. Grass and Forage Science, 36, 107–116. 1981.
102. Vidal, A. Variaciones que experimenta el valor nutritivo de la alfalfa enfiada en distintos períodos de desarrollo y su conservación en estado de heno. Universidad nacional de La Plata. 1977.
103. Watson, S. et Nash, M. The conservation of grass and forage crops. Ed. Oliver and boy. London. 1960.
104. Wernli, C. La conservación de forrajes en la producción lechera. Reunión técnica para profesionales de las ciencias agrarias. Agosto 1988.
105. Whitney, L. – Agramal, H. et Livingston, R. Stomatal effects on high temperatura, short time drying of alfalfa leaves. Trans. ASAE. 769–771. 1969.
106. Wilkinson, R. and Hall, C. Respiration heat of harvested forage. Trans. ASAE, 9: 424–427. 1966.
107. Word, J. and Parker J. Respiration during the drying of hay. J. Agr. Eng. Res., 16: 179-191. 1971.
108. Zubizarreta, J. reservas, uso y análisis. Revista CREA 155. Junio–Julio, 1992.