

Aditivos en Ensilajes

**Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera**





Incorporación del aditivo

Uso de Aditivos en Ensilaje

Productos que pueden ser agregados al ensilaje al momento de ensilar, con el objetivo de mejorar las condiciones de fermentación y conservación.

ACIDIFICAN:

Requieren de silos en buen estado y herméticos.

Previenen fermentación butírica.

Ej: Ácido fórmico 5 lt/ton.

APORTAN AZÚCARES (Carbohidratos solubles).

Se utilizan en praderas cortadas antes de la emergencia de la espiga o bien en leguminosas.

Ej: Melaza.

ADITIVOS BIOLÓGICOS: Enzimas e inoculantes en base a bacterias, que tienen la ventaja de no ser corrosivos y transformar parte de la fibra de la celulosa y hemicelulosa en azúcar. **Lactobacilos**

UREA: Aporte de nitrógeno a la masa, no se debe aplicar más de 5 kg/ton.

SAL: No tiene efecto sobre la fermentación no el consumo de ensilaje.



10 3:00
Uso de Aditivos

BENEFICIOS DE LOS ADITIVOS CON INOCULANTES Y ENZIMAS

FERMENTACION

Aumenta disponibilidad de azúcares fermentables

Mayor velocidad de acidificación

Temprana dominancia de bacterias favorables

Menores pérdidas de masa

NUTRICIONAL

Menor degradación de proteínas

Menor consumo de CHO fermentables

ANIMALES

Mayor consumo

Mayor ganancia de peso

Mayor producción de leche

Mejor eficiencia de conversión alimenticia

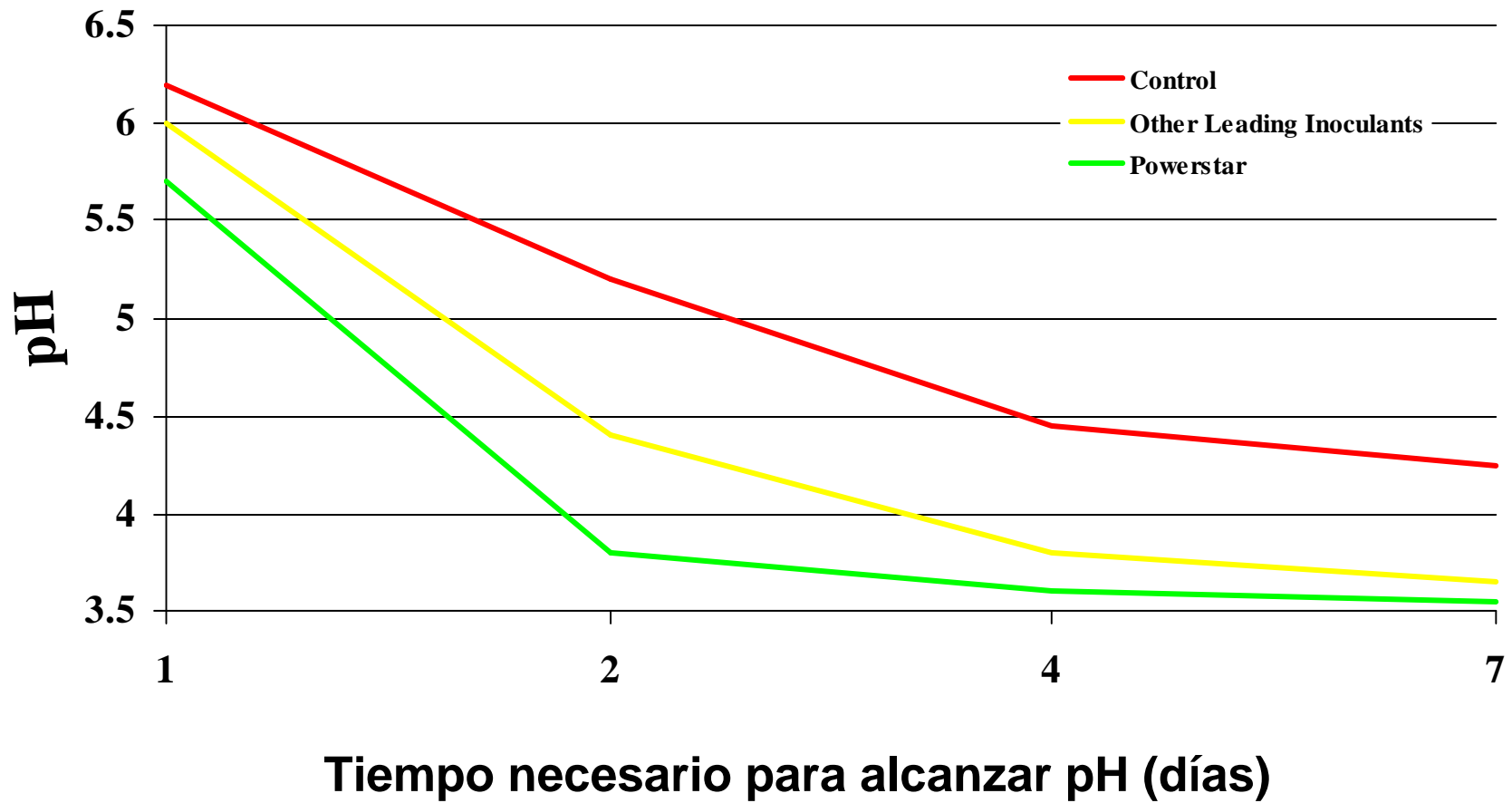
Efecto de inoculantes sobre el comportamiento de vacas lecheras alimentadas con ensilaje

	CONTROL	INOCULADO
Consumo ensilaje (kg/día)	9,40	9,48
Producción de leche (Lt./día)	21,9	22,7
Prod. Grasa (Kg/día)	0,69	0,75
Prod. Proteína(Kg/día)	0,60	0,62



Los Aditivos mejoran La Fermentación
Corresponden al 5% del Costo de Elaboración

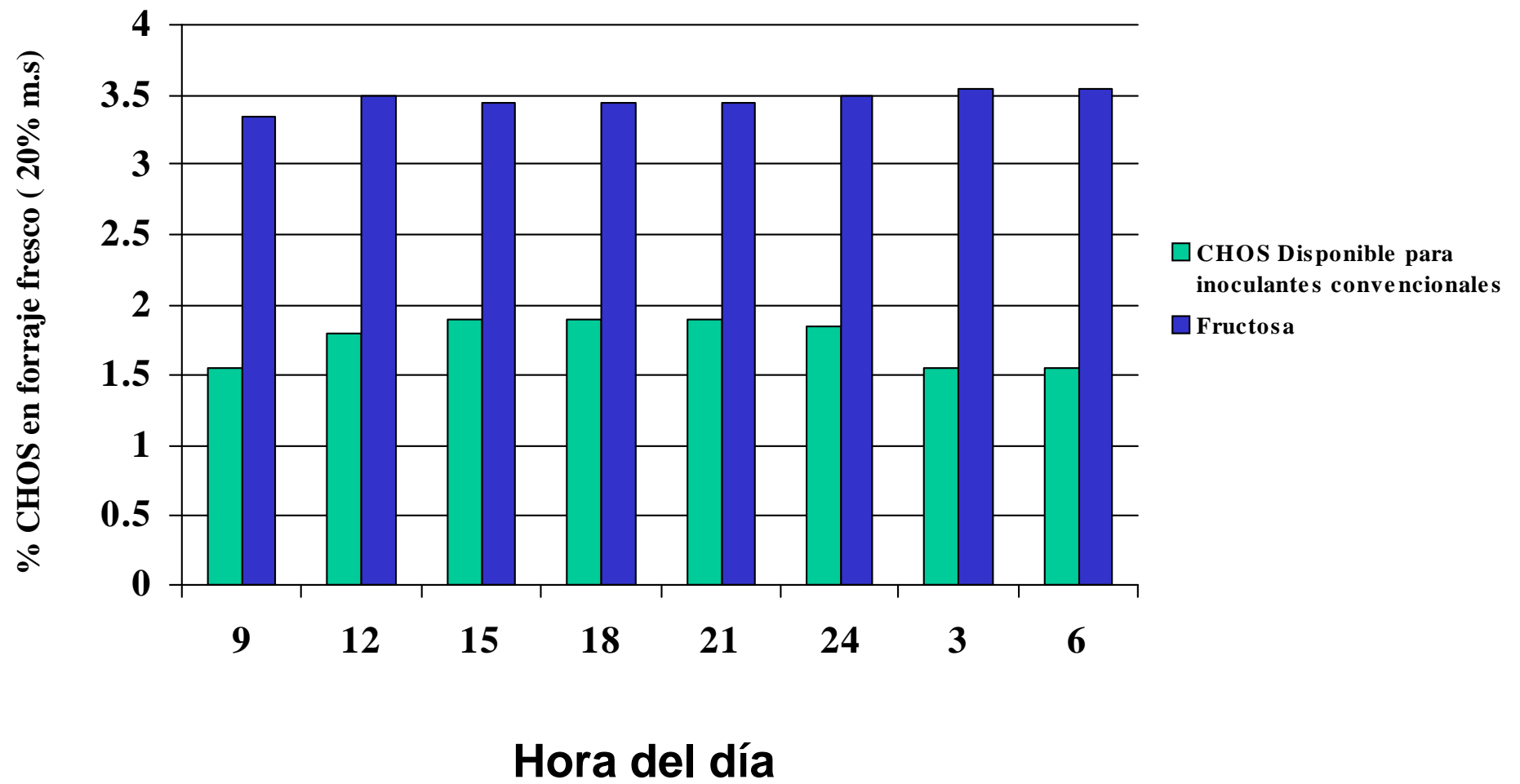
El éxito en el proceso de confección del ensilaje se basa en la formación lo mas rápida posible de ácido láctico por bacterias específicas



Los azúcares o carbohidratos solubles (CHOS) en el pasto están formados por moléculas de glucosa, fructosa y sacarosa. Cuando estas moléculas se juntan forman azúcares de cadenas mucho mas largas, llamadas polisacaridos.

La fructosa es un polisacárido muy importante y está formado por cientos de moléculas más pequeñas de azúcares. La fructosa puede representar hasta un 80 % de los CHOS presentes en el pasto y constituye una enorme reserva de energía.

Al contrario de otros azúcares de cadenas mas cortas que se encuentran en el pasto, el nivel de fructosa **no es afectado** por la hora del día y está presente en concentraciones mucho mas altas que otros azúcares durante el día



Debido a que las cadenas de fructosa son demasiado largas no pueden ser degradadas rápidamente por enzimas naturales de los pastos por inoculantes convencionales a formas mas simples de azúcares, exceptuando a ***Powerstart***

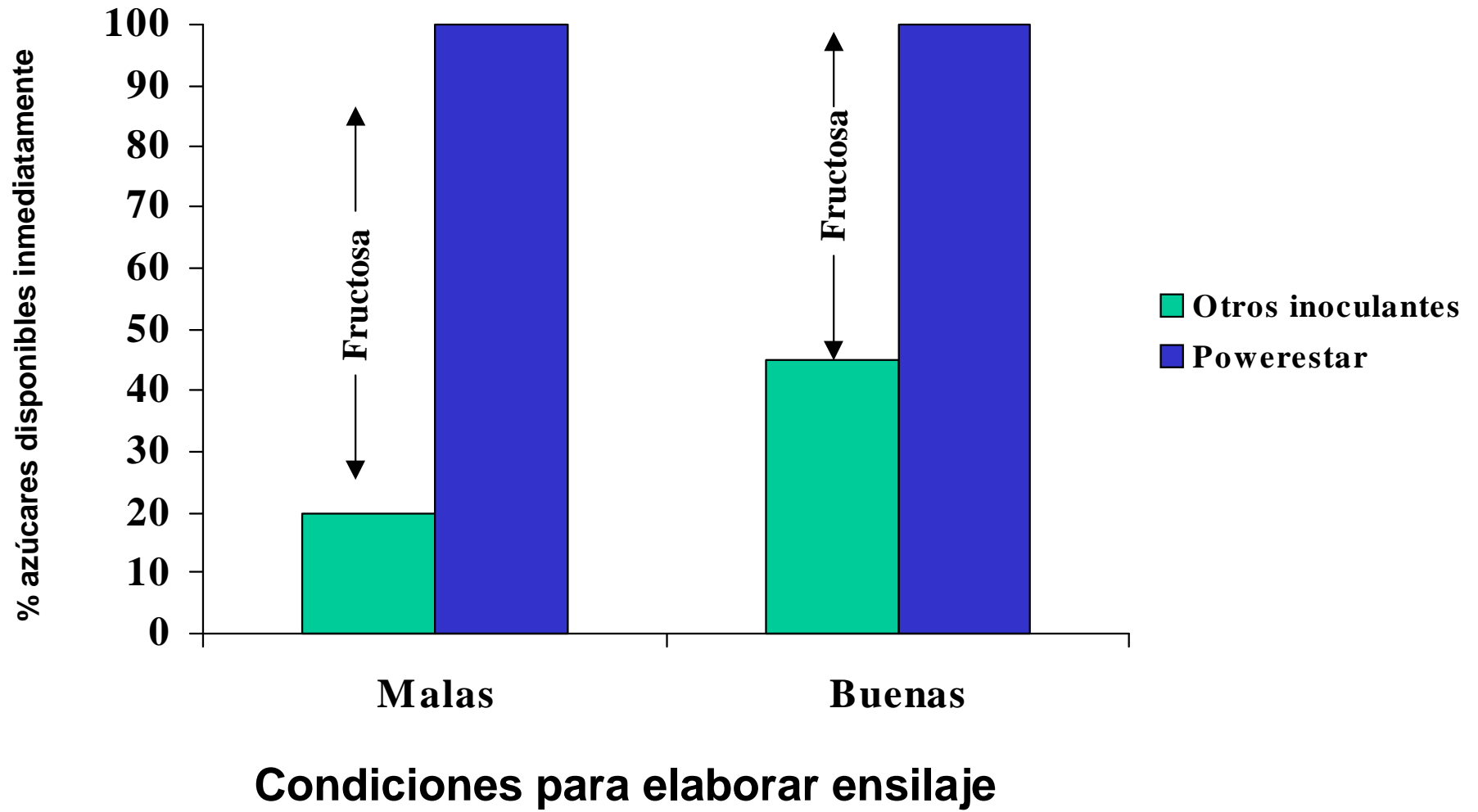
AberF1 es una cepa de bacteria capaz de degradar la fructosa pudiendo transformar las cadenas largas de azúcares en moléculas mas pequeñas de azúcares, las que pueden ser utilizadas rápidamente por las bacterias ácido lácticas como fuente de energía.

El efecto resultante es un incremento masivo en los azúcares disponibles para las bacterias lácticas lo que produce una fermentación mucho mas rápida

Debido a que la concentración de fructosa es constante durante el día la hora a la cual se corte el pasto para ensilarlo se hace mucho menos importante.

Tampoco son importantes las condiciones en las cuales el ensilaje se confecciona, siempre y cuando se utilicen prácticas correctas de ensilado

Los aditivos siempre aumentan la disponibilidad de azúcares para una rápida fermentación. De hecho, tienen acceso a entre 2 y 5 veces mas azúcar disponible en comparación al no inoculado.

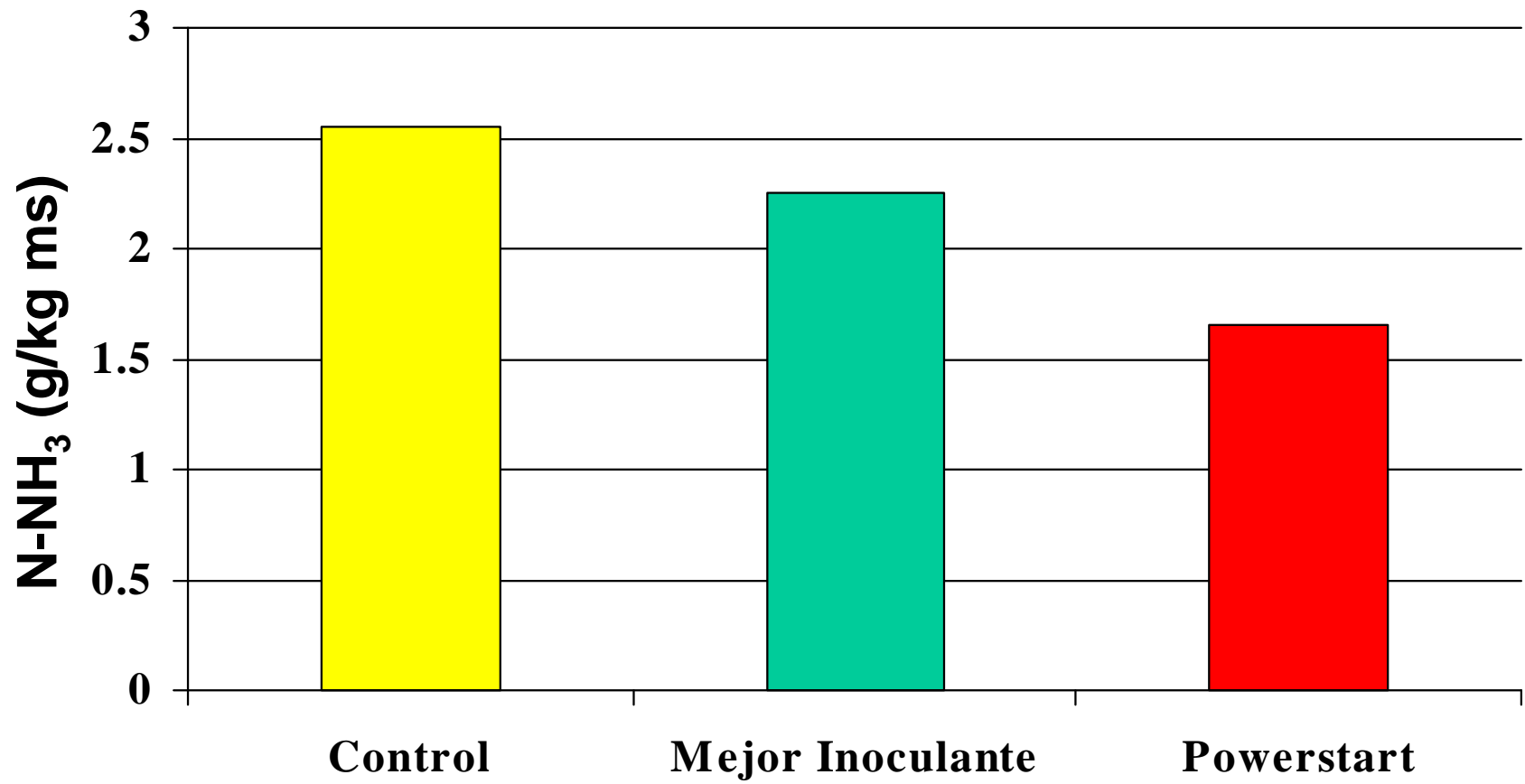


La proteína cruda del pasto es degradada durante el proceso de fermentación del forraje y una parte importante de los compuestos proteicos se pierden en forma de amonio, aminoácidos libres y otros productos nitrogenados

La velocidad de degradación está determinada por la velocidad de caída en el pH; mientras mas rápida esta sea mas proteína es preservada y mejor será la calidad de la proteína verdadera del ensilaje

El nivel de nitrógeno amoniacal en el ensilaje es uno de los indicadores claves de la calidad de la proteína y de cuanta proteína verdadera se ha preservado en el ensilaje

A mayor nivel de nitrógeno amoniacal
mas pobre será la calidad de la proteína y
menor la palatabilidad del ensilaje



Los Inoculantes aseguran que una mayor proporción de los nutrientes será preservada en su forma original y lo que es mas importante aún, la calidad de la proteína se mantendrá como proteína verdadera y no como nitrógeno no proteico

En el reino Unido los predios promedios lecheros obtuvieron un aumento de 240 litros de leche por hectárea producidos en base al forraje y aquellos ubicados en el 10 % superior un incremento de 682 L al utilizar inoculantes respecto a que predios que no lo emplearon

Género	Especie	Tipo Fermentación
<i>Lactobacillus</i>	<i>acidophilus, casei, coryniformis, curvatus</i>	Homofermentativa
	<i>plantarum, salivarius</i>	
	<i>brevis, buchneri, fermentum, viridescens</i>	Heterofermentativa
<i>Pediococcus</i>	<i>acidilactici, cervisiae, pentosaceus</i>	Homofermentativa
<i>Enterococcus</i>	<i>faecalis, faecium</i>	Homofermentativa
<i>Lactococcus</i>	<i>lactis</i>	Homofermentativa
<i>Sterptococcus</i>	<i>bovis</i>	Homofermentativa
<i>Leuconostoc</i>	<i>mesenteroides</i>	Heterofermentativa

Tipo de Inóculo	1	2	3	4	5
Homofermentativa (LAB)	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Bacteria lactica sorgo S1</i> <i>Lactobacillus curvatus maíz</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Estreptococcus diacetylactis</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Lactococcus lactis</i>
Heterofermentativa					
Enzimas		Complejo multienzimático celulolítico	Amilasa Cellulase Xylanase Pentosanasa		Enzimas

	1	2	3	4	5
tonnes Forage FM / Frco.	50	36	25	75	100
Alive LAB FCU / g (billions)	45,5	6,0	26,0	50,0	16,0
FCU / g	45.500.000.000	6.000.000.000	26.000.000.000	50.000.000.000	16.000.000.000
FCU / Frco.	4.550.000.000.000	1.500.000.000.000	6.500.000.000.000	5.000.000.000.000	18.176.000.000.000
Forage/ Frco. (Kg.)	50.000	36.000	25.000	75.000	100.000
Forage/ Frco. (g)	50.000.000	36.000.000	25.000.000	75.000.000	100.000.000
FCU / g Forage FM	91.000	41.667	260.000	66.667	181.760
\$/ ton. Forraje	400,000	472,222	600,000	233,067	590,000
\$/ Kg. Forraje Recom.	0,400	0,472	0,600	0,233	0,590
\$/ Kg. 100.000 FCU/ g FM	0,440	1,133	0,231	0,350	0,325
Kg. Forraje/ ha.	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000

¿Qué importancia tiene el sellado en los ensilajes?

La eliminación de la opción de ingreso de aire al ensilaje que provoca fermentaciones aeróbicas, putrefacción y pérdida de material ensilado en la superficie expuesta al cielo.

¿Porque se debe sellar con doble plástico?

Para evitar que los tallos secos rompan el plástico durante la elaboración del ensilaje.

Sellado y Protección del Silo

Una vez llenado el silo, se debe cubrir con un polietileno con al menos 100 micrones. Evitar la entrada de aire, roedores, etc. por los costados.

Agregar tierra o poner neumáticos sobre el plástico para evitar la entrada de oxígeno y proteger el polietileno del viento.

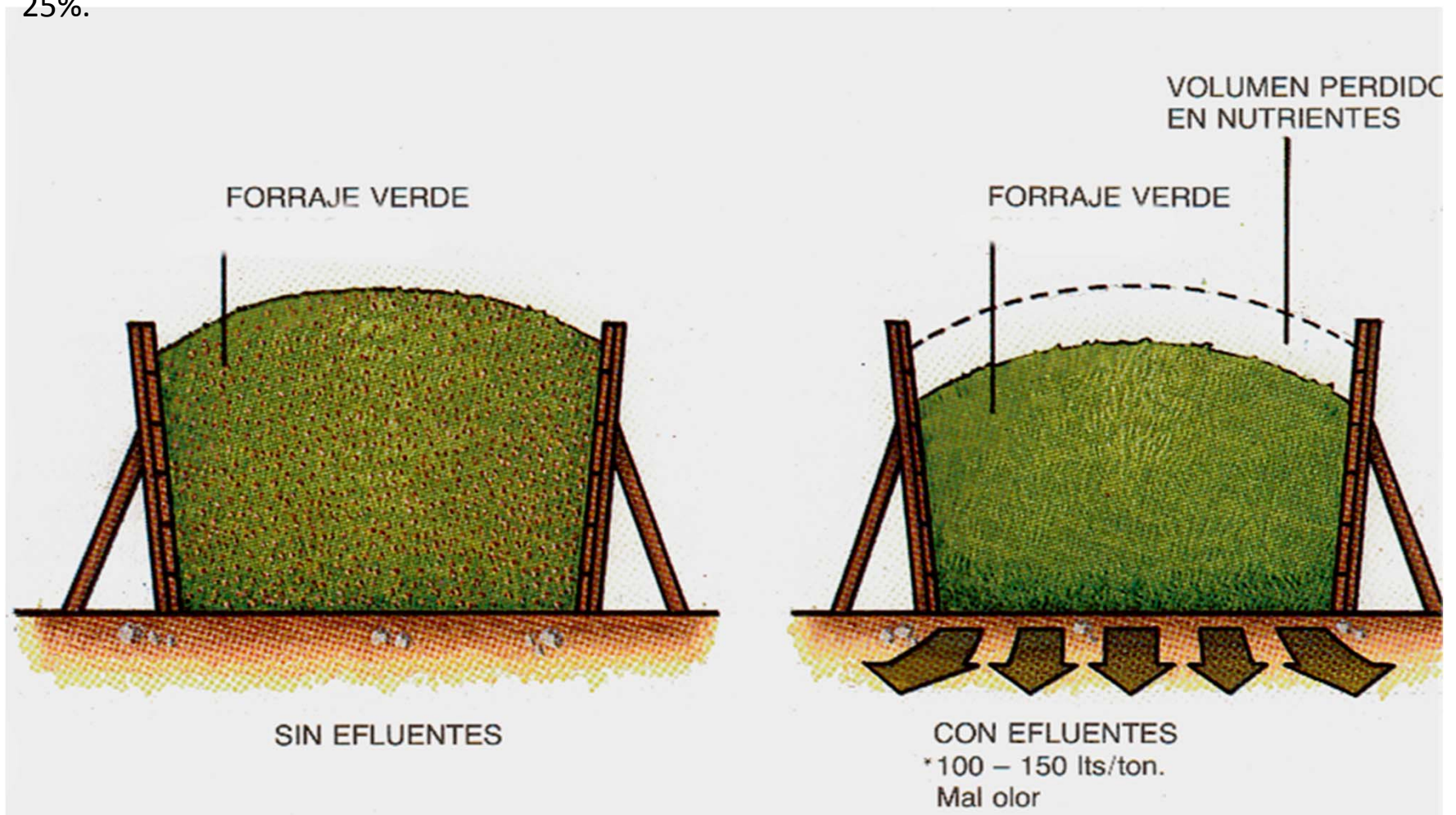
Cercar y proteger el entorno del silo para evitar el ingreso de animales que puedan romper el plástico.

Construcción de canaletas de desagüe alrededor del silo que permitan la captación y desagüe de los efluentes.



Pérdidas por Efluentes

Las pérdidas por efluentes tienden a desaparecer cuando el contenido de MS del forraje supera el 25%.



¿Porque se sella con **ácido propiónico** o sal el ensilaje?

Para evitar la pérdida de forraje superficial.

Mold Zap
ANTIFUNGICO



Uso de aditivos en Superficie de Ensilajes

- Pérdidas capa 15 a 20 cm
- Desarrollo de hongos (baja producción y problemas hepáticos)
- Menor palatabilidad y menor consumo
- Mayor costo mano obra (apartar desecho)
- Mayores pérdidas o costos de elaboración

Sellado





BIG-BALE (Bolos)
Otro método conservación
(premachitado)

7 14:57



7 14:57



7 14:53

Mezcla de ácidos orgánicos, que consiste predominantemente de **Ácido Propiónico** Tamponado en la forma de **Dipropionato de Amonio**, uno de los inhibidores de hongos más efectivos, en combinación sinérgica con Acido Acético, Acido Benzóico, Acido Tartárico, Acido Sórbico y Ácido Cítrico

Evita la contaminación fúngica del alimento y por consiguiente el calentamiento y deterioro del mismo a la vez que previene los problemas de Micosis y Micotoxicosis

No es corrosivo, por ser buferado no presenta riesgos de quemaduras severas.

Complejo amortiguado que se disocia en presencia de la humedad del alimento o grano, permitiendo un máximo de inhibición de hongos.

Alta difusividad.

Producto de fácil manipuleo y menos irritante que productos basados únicamente en ácidos orgánicos.

¿Cuánto Mold zap se utiliza para sellar un ensilaje?

Mold zap se usa a razón de 200 ml de producto puro por metro cuadrado de superficie

¿Cuánta sal se debe ocupar para sellar el ensilaje?

4 a 6 kilos por metro cuadrado.

¿Como Solucionamos los Problemas de Calidad?

Causa de Efluente excesivo (escurrimiento)

- Ensilar forrajes muy húmedos (bajo contenido de material seca [MS]) para el tipo y tamaño de silo.
- El clima no permitió que el forraje se secara apropiadamente en el campo antes de ser picado.
- El forraje no se “acondicionó” cuando se cortó.
- El forraje se colocó en hileras muy voluminosas para el tiempo que se destinó para el secado en el campo.
- La (s) persona(s) responsable (s) de determinar el contenido de MS del forraje cometieron un error.
- * El contratista encargado de ensilar llegó antes de lo esperado.
- * La cosecha del forraje empezó muy temprano (tal vez debido a una gran cantidad de hectáreas por cosechar).

Soluciones al Efluente excesivo (escurrimiento)

- Utilizar las predicciones del servicio meteorológico para tomar decisiones sobre el manejo del forraje.
- Aprovechar las ventajas de la nueva tecnología y equipo para cosechar, cortar y acondicionar.
- Coordinar las dimensiones de las hileras (volumen y ancho) con el tiempo de picado.

Precaución:

El efluente tiene una gran demanda biológica de oxígeno (DBO). Debe ser almacenado cerca del silo y no debe permitirse que se mezcle con cuerpos de agua cercanos (ríos, lagunas, esteros, entre otros).

Solución a las Grandes Variaciones en el Contenido de MS y Valor Nutritivo del Forraje.

- Usar varios silos o silos más pequeños, los cuales mejoran el control del inventario de forrajes.
- Ensilar solamente un corte y/o variedad de forraje por silo.
- Acortar el tiempo de llenado, pero no comprometer la densidad de compactación.

Elevadas Concentraciones de Acido Butírico y Nitrógeno Amoniacal (“Henilajes”.)

Estos dos componentes indican que el forraje experimentó una fermentación clostrídica.

Soluciones:

- Picar y ensilar todos los forrajes con el contenido de MS correcto para el tipo y tamaño de silo
- Compactar adecuadamente para excluir tanto oxígeno como seas posible, lo cual minimizará la pérdida de azúcares del forraje durante la fase aeróbica
- Aplicar un inoculante bacteriano homoláctico a todos los forrajes para asegurar una conversión eficiente de los azúcares de la planta a ácido láctico
- Evitar contaminación con tierra durante las operaciones de acondicionamiento, cosecha y llenado del silo

Elevadas Concentraciones de Acido Acético, particularmente en ensilajes húmedos

Esto indica que el forraje experimentó una fermentación heteroláctica prolongada. El ensilado tendrá un olor a "vinagre" distintivo. Es común observar en el piso del silo (trinchera, parva) con ensilajes húmedos, una capa de 30 a 60 cm de color amarillo brillante y olor ácido

Soluciones:

- Ensilar todos los forrajes con el contenido correcto de MS.
- Usar un inoculante homoláctico para asegurar una conversión eficiente de los azúcares del forraje a ácido láctico.

Ensilaje dañado por Incremento de temperatura

Este ensilaje será de color café oscuro y tendrá un fuerte olor a caramelo quemado/tabaco.

Soluciones:

- Cosechar en la etapa correcta de madurez (y no muy maduro!).
- Ensilar el forraje con el contenido correcto de MS (y no muy seco!).
- No picar el forraje con un tamaño de partícula muy largo.
- Llenar los silos en un tiempo adecuado.
- Conseguir una distribución uniforme del forraje y una elevada densidad de compactación (un mínimo de 240 kg MS por metro cúbico).

Deterioro Aeróbico del Ensilaje durante la Etapa de Alimentación.

Soluciones:

- Cosechar en la etapa correcta de madurez (y no muy maduro!).
- Ensilar el forraje con el contenido correcto de MS (y no muy seco!).
- No picar el forraje con un tamaño de partícula muy largo.
- Conseguir una elevada densidad de compactación.
- Mantener una progresión uniforme y rápida del silo durante la fase de alimentación
- Evitar alimentar de silos grandes durante climas cálidos
- No dejar raciones a base de ensilaje en el comedero por periodos prolongados, especialmente durante días calurosos.

Excesivo Deterioro de la Superficie en Silos Sellados (Trincheras, Parva).

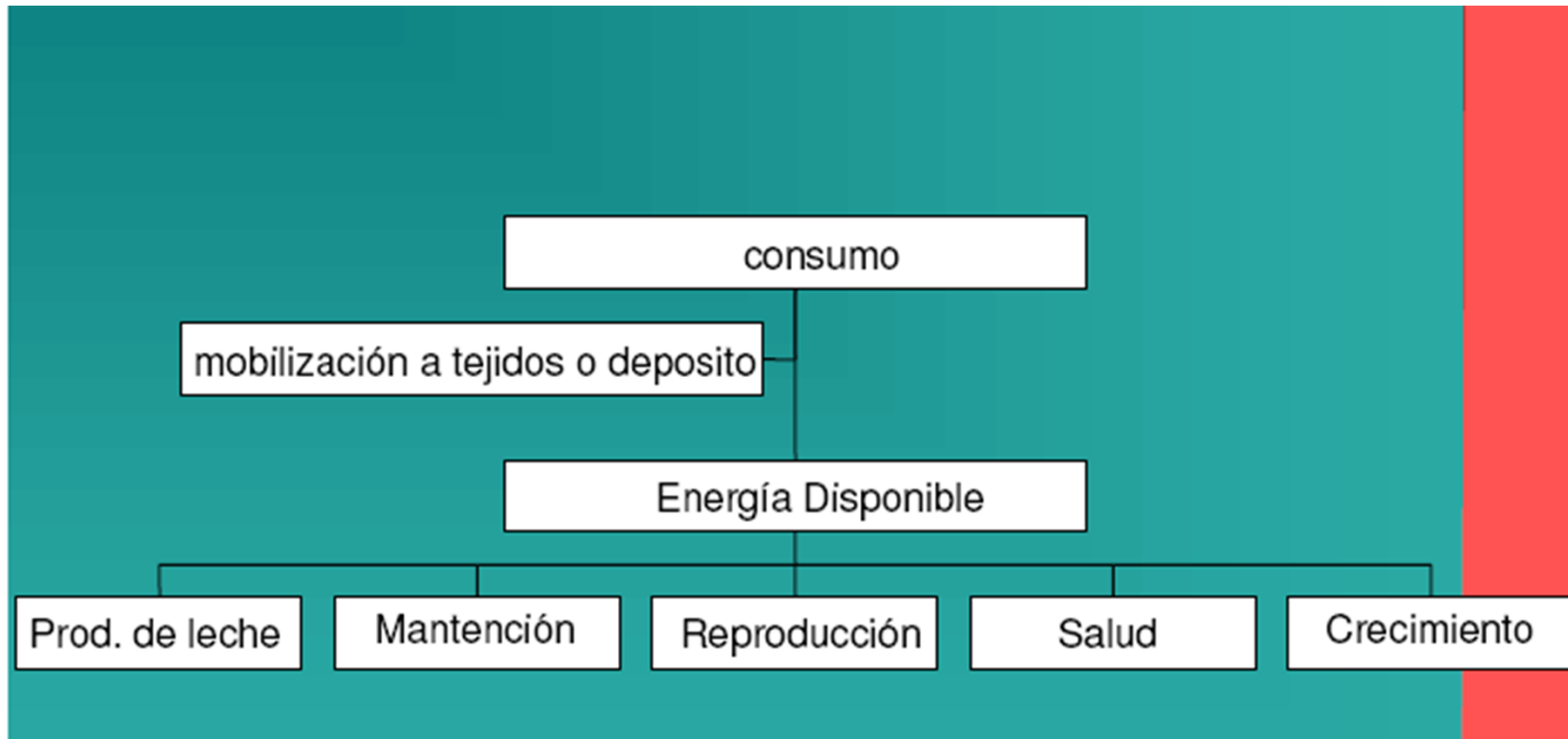
Soluciones:

- Alcanzar una elevada densidad de compactación del forraje en el metro superior de la superficie del silo
 - Sellar el silo inmediatamente después de que haya terminado de llenarse
 - Aplicar ácido propiónico buferado a la superficie del silo antes de sellarlo
 - Aplicar suficiente peso de manera uniforme sobre el plástico
- * Traslapar las hojas de plástico con una distancia mínima de 1.2 a 2 metros.
- Utilizar neumáticos completos que toquen entre ellas y que ejerzan peso sobre la unión de las hojas de plástico.
 - Es preferible utilizar neumáticos enteros y más aún llantas de camión que llantas de auto.
 - Evitar perforaciones del plástico durante toda la etapa de almacenamiento del silo

Aditivos en Ensilajes



En que Utilizan la Energía los Animales



Objetivo:

- Mejorar la preservación impidiendo la fermentación causada por clostridios, y en algunos casos suprimir la fermentación en el silo.

Fuente: Wilkins, 1988

Uso de aditivos en ensilajes

- Controlan y/o mejoran la fermentación en el silo.
- Reducen las pérdidas y mejoran la calidad nutritiva de los ensilajes para uso animal.
- En casos cuando el premarchitamiento no es posible o con forrajes bajos en contenido de materia seca (MS), y en carbohidratos solubles en agua (CHS), en condiciones climáticas adversas, la posibilidad de obtener una buena preservación de los ensilajes puede aumentarse utilizando un aditivo.

Ventajas de un buen aditivo:

- Mejoras en la determinación química.
- Mejoras en las estimaciones de los factores nutricionales como:
- Digestibilidad de la materia orgánica y de FDN.
- Proteína verdadera y su conservación.
- Caída rápida del pH en el estado inicial del ensilado.

Condiciones para utilización de aditivos

- Adecuado nivel de carbohidratos.
- **Contenido de CHS**
 - < 3% materia verde Aditivo
 - < 2% materia verde Alto nivel de aditivo para obtener una buena fermentación.

Éxito en el uso de aditivos depende:

- Aplicación uniforme del aditivo al forraje.
- El aditivo debe entrar en la máquina cosechadora en el punto de máxima turbulencia.
- Los aplicadores deben ser simples de usar, tener un mínimo de partes móviles y deben aplicar el aditivo en forma exacta y uniforme.

Elección de un aditivo:

- Escoger un aditivo basado en resultados publicados de investigación en producción animal.
- Considerar el costo:beneficio del uso de un aditivo y relacionarlo con el aumento de producción del ganado que puede ser alimentado en comparación a un ensilaje control sin aditivo.
- Aplicar el producto de acuerdo a las especificaciones del fabricante y no a un nivel menor o mayor que el recomendado.
- Algunos de ellos son peligrosos para ser aplicados. En esos casos es importante seguir las instrucciones de los fabricantes.

Tipos de aditivos para ensilaje.

Según McDonald et al., (1981):

1. Estimulantes
2. Inhibidores.
3. Nutrientes
4. Estimulantes de la fermentación.

Tipos de aditivos

Estimulantes: Son azúcares o productos ricos en carbohidratos como melaza. En general, los estimulantes ayudan al crecimiento de las bacterias ácido lácticas y como consecuencia se obtienen ensilajes lácticos.

Inhibidores: Restringen el crecimiento de los microorganismos dependiendo del nivel agregado. Ej. ácido fórmico y el formaldehído.

Tipos de aditivos

Inhibidores de deterioro aeróbico:

Controlan el deterioro causado por aire cuando el ensilaje se abre y queda expuesto. Ej. ácido propiónico.

Nutrientes: Se agregan al momento de ensilar a fin de mejorar el valor nutritivo de los ensilajes.

Tipos de aditivos

Aditivos biológicos: Clasificación según Vanbelle et al. (1985) :

Bacterias ácido lácticas: Entre ellas es importante distinguir entre bacterias ácido lácticas (BAL) homofermentativas y BAL heterofermentativas.

Enzimas: Son complejos amilolíticos para hidrolizar almidón a glucosa, que puede ser utilizada por las BAL y complejos celulolíticos y hemicelulíticos para hidrolizar los polisacáridos estructurales, a fin de producir hexosas y pentosas que son fermentadas por las BAL.

Fuente energética: Este grupo está formado por azúcares simples que están directamente disponibles para las BAL y de almidón. Por ejemplo, cereales que necesitan un complejo amilolítico para que sus almidones sean hidrolizados.

Tipos de aditivos

Estimulantes de la fermentación: Estos aditivos activan o estimulan la fermentación láctica y es así como comprenden fuentes de carbohidratos, inoculantes bacterianos y enzimas (Demarquilly, 1985; Weddell et al., 1990).

Tipos de aditivos

Enzimas: se utilizan como aditivos para ensilaje, a fin de romper la celulosa y hemicelulosas que forman las paredes celulares de las plantas. Este proceso se denomina enzimolisis y envuelve la partición de los carbohidratos estructurales en sus monómeros (glucosa en caso de celulosa, y pentosas y hexosas en el caso de hemicelulosas). Estos azúcares son entonces utilizables por las bacterias ácido lácticas presentes en el forraje y pueden fermentar en la misma forma que los azúcares de ellos.

(McDonald et al., 1966a; Wittenbury et al., 1967; McDonald y Whittenbury, 1973; McDonald, 1981; Setälä, 1989; Van Vuuren et al., 1989).

Factores que afectan la actividad de las enzimas,

McDonald et al., (1981) :

- Concentración del sustrato,
- Concentración de la enzima,
- Temperatura
- Acidez.

Celulosas y hemicelulosas vendidas comercialmente

- *Trichoderma viride*,
- *Trichoderma reesei*,
- *Aspergillus niger*
- *Aspergillus oryzae*

Las enzimas derivadas de *T. viride* y *T. reesei* son las más activas y aquéllas de *A. niger* las menos activas (Henderson y McDonald, 1977; Henderson et al., 1982a; Coughlan, 1985).

Enzimas:

Celulasas: hidroliza o degrada materiales celulolíticos de una amplia gama de fuentes. Dependiendo de la cantidad usada y del material tratado, la hidrólisis es parcial o completa a glucosa. El sistema enzimático celulolítico está formado de tres componentes principales : endoglucanasa, exoglucanasa y celobiasa o B- glucosidasa (Ladisich et al., 1983; Coughlan, 1985).

Hemicelulasas: Enzimas derivadas de una cadena seleccionada de hongos y han demostrado un alto grado de especificidad para una clase de polisacáridos llamados galactomananos.

Uso de enzimas como aditivos para ensilaje de pradera

- Producen una mejoría en la fermentación.
- Mejoran la digestibilidad y/o energía metabolizable.
- Producen un cambio en los carbohidratos estructurales, lo cual es beneficioso cuando el ensilaje llega al rumen.

Inoculantes.

- Las bacterias ácido lácticas se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas en crecimiento, y las que se encuentran presentes no son todas eficientes y del tipo homofermentativo. Por estas razones, los inoculantes bacterianos conteniendo bacterias ácido lácticos homofermentativas, son agregados a cultivos destinados a ensilaje para iniciar una rápida fermentación ácido láctica (McDonald, 1981; Henderson y McDonald, 1984).
- Estos inoculantes se agregan para suplementar las bacterias ácido lácticas normalmente presentes y se agregan solas o con melaza o enzimas para proveer de sustrato.
- Para que los inoculantes sean efectivos, deben ser agregados en cantidad de 10^5 a 10^6 unidades formadoras de colonias por gramo de pradera y el material ensilado debe contener un adecuado nivel de CHS (McDonald, 1981; Vanbelle et al., 1985; Weddell et al., 1990).

Whittenbury (1961, citado por McDonald, 1981) ha definido las siguientes condiciones para que un inoculante sea apropiado y efectivo:

1. Debe tener un crecimiento vigoroso y debe ser capaz de competir y dominar con otros microorganismos presentes.
2. Debe tener una vía homofermentativa, de modo de producir el máximo nivel de ácido láctico a partir de hexosas que son utilizables en forma inmediata.
3. Debe ser tolerante a condiciones ácidas y ser capaz de producir un pH final de al menos 4,0 lo antes posible a fin de inhibir la presencia de otros microorganismos.
4. Debe ser capaz de fermentar glucosa, fructosa, sacarosa y especialmente pentosas.

Whittenbury (1961, citado por McDonald, 1981) ha definido las siguientes condiciones para que un inoculante sea apropiado y efectivo:

5. No debe producir dextrano a partir de sacarosa o manitol a partir de fructosa.
6. No debe actuar sobre los ácidos orgánicos.
7. Debe tener un rango de crecimiento a temperaturas hasta 50°C.
8. Debe ser capaz de crecer en un material de alto contenido de *M. S.*
9. No debe tener actividad proteolítica.
10. Además de producir ensilajes bien fermentados, los inoculantes bacterianos parecen suprimir las enterobacterias y restringir las levaduras, prolongando así la estabilidad aeróbica del ensilaje (Pahlow, 1984a; Pahlow, 1986; Henderson, 1987; Lindgren et al., 1988).

Inhibidores de la fermentación

Éstos pueden ser de dos clases de acuerdo a Weddell et al., (1990).

- **Acidificadores:** Éstos producen cambios cualitativos en la microflora del ensilaje al bajar el pH rápidamente e inhibir las enterobacterias y clostridios, permitiendo así que las BAL dominen la fermentación. Entre los acidificantes están los ácidos minerales (ácido sulfúrico; ácido fosfórico); ácidos orgánicos (ácido fórmico) y sales de ácidos (formiato de amonio, formiato cálcico).
- **Esterilizantes:** Éstos inhiben todos los microorganismos incluyendo las BAL. Entre ellos hay altos niveles de aplicación de formalina, ácidos orgánicos y algunas sales orgánicas.

Inhibidores de la deteriorización aeróbica:

Muchos ensilajes bien preservados del tipo láctico y aquellos ricos en CHS como los ensilajes de pradera, premarchitos y los ensilajes de maíz son inestables. Contrariamente, ensilajes pobremente conservados como aquellos ricos en proteína y ácido butírico son extremadamente estables (Demarquilly, 1985). Los inhibidores de deterioración aeróbica se agregan para prevenir que el ensilaje se descomponga una vez expuesto al aire (Weddell et al., 1990).

El ácido propiónico es el aditivo más común de este tipo (McDonald, 1981).

Absorbentes

- Son productos que se mezclan o agregan en capas a un cultivo que se está ensilando a fin de absorber el efluente producido, de esta manera se reduce la pérdida de nutrientes y riesgo de polución (Offer y Al-Rwidah, 1989a; Weddell et al., 1990).
- Con el objetivo de prevenir el exceso de efluente de un ensilaje, el forraje puede premarchitarse, pero esto puede constituir un problema en zonas templadas con condiciones climáticas inciertas. Por ello, la alternativa es agregar materiales absorbentes al momento de ensilar.

El absorbente ideal (Offer, 1989c) debe cumplir las siguientes condiciones:

1. Tener una capacidad de retención de humedad bajo presión.
2. Mejorar la digestibilidad y valor alimenticio.
3. Tener una alta densidad.
4. Contener poco o nada de materiales solubles.
5. Ser de costo barato y disponible durante la temporada de ensilaje.

Clasificación de los aditivos para ensilaje ¹

Clase	Algunos Ejemplos
Estimulantes de la Fermentación	
1.- Substratos	Carbohidratos
2.- Enzimas	Enzimas Celololíticas Enzimas Amilolíticas
3.- Cultivos Microbianos	<i>Lactobacilus plantarum</i>
Inhibidores de la Fermentación	
1.- Esterilizantes Directos	Formaldehido
2.- Esterilizantes Indirectos	Matasulfito de Sodio
3.- Acidificantes Directos	
Acidos Inorgánicos	Acido sulfúrico
Acidos Orgánicos	Acido fórmico
Absorbentes	
1.- Naturales	Heno picado
2.- Sintéticos	Poliacrilamida de NH4
Inhibidores de la Descomposición Aeróbica	
	Acido propiónico

Basado en las clasificaciones de Woolford y Mc Donald

Contenido mínimo de azúcar en la ms (%) para alcanzar un pH estable según contenido de ms y tipo de forraje

MS forraje (%)	Tipo de forraje	
	Gramíneas	Leguminosas
45	3	7
35	7	14
25	14	21
20	18	25
15	22	29

Fuente: Pitt y Sniffen.

Aditivos

- **ACIDIFICAN:**
 - a) Requieren de silos en buen estado y herméticos.
 - b) Previenen fermentación butírica.
Ej: Ácido fórmico 5 lt/ton.
- **APORTAN AZÚCARES** (Carbohidratos solubles).
 - a) Se utilizan en praderas cortadas antes de la emergencia de la espiga o bien en leguminosas.
Ej: Melaza.
- **UREA** : Aporte de nitrógeno a la masa, no se debe aplicar más de 5 t/ton.
- **SAL** : No tiene efecto sobre la fermentación no el consumo de ensilaje.

Contenidos de azúcar de diferentes aditivos estimulantes

Producto	Ingrediente principal	% base tal cual	Dosis l/ton
Melazán	Sacarosa	48	5 -12
Vinazán (PE. Iansa)	Sacarosa	36	
Melaza caña	Sacarosa	48	4,5 -18
Economol	Azúcares	46	4,5 -18
Farmbiend	Azúcares	46	4,5 -18
Molaile	Azúcares	36	
	Vinagre manzana	25	4,5 - 8
Melaza rem.	Azúcares	48	4,5 -18
Taurus Silaje	Azúcares	42,5	4,5 -8

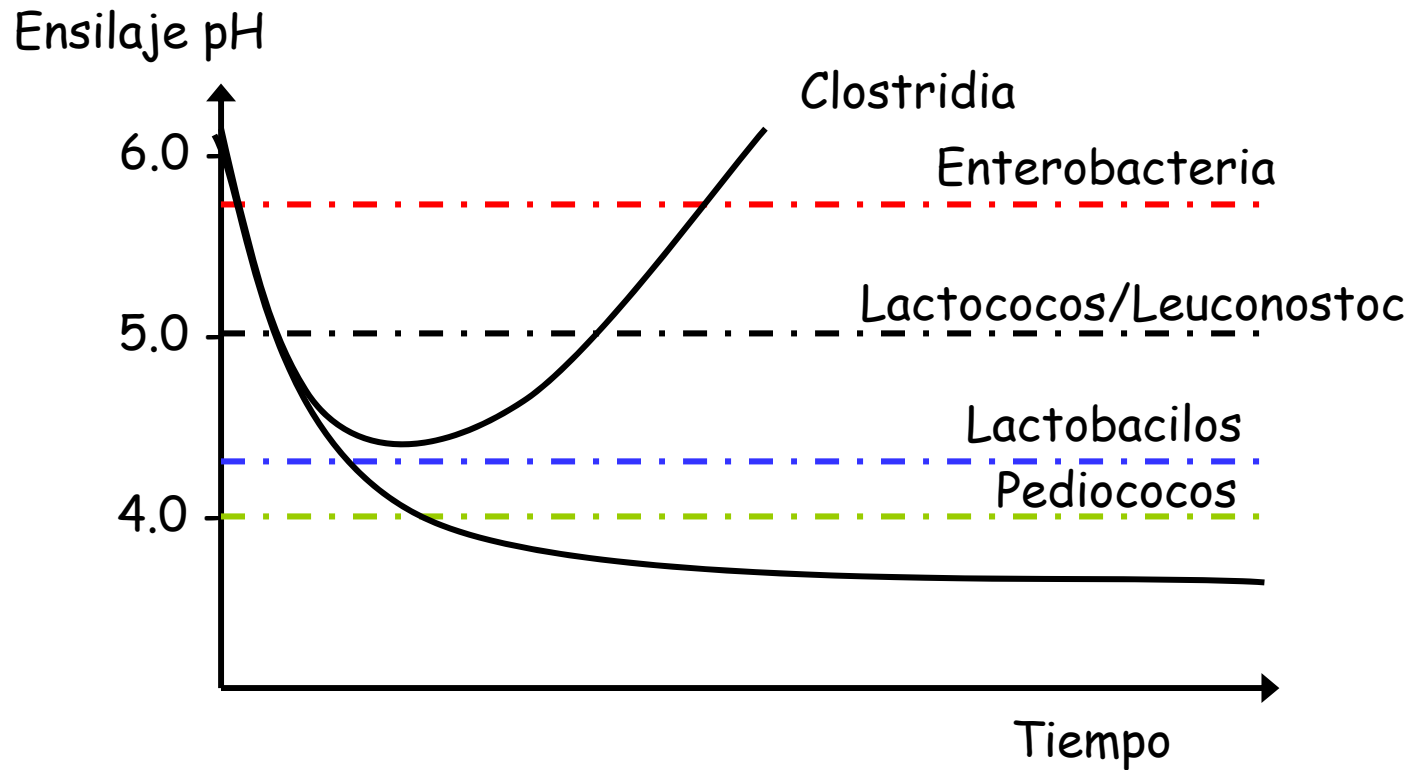
Nombres científicos de bacterias ácido lácticas

Homofermentativas	Heterofermentativas
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	<i>Lactobacillus buchneri</i>
<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Leuconostoc cremoris</i>
<i>Streptococcus fecalis</i>	
<i>Streptococcus lactis</i>	
<i>Streptococcus faecium</i>	

Probabilidad de acción efectiva según la cantidad de bacterias inoculadas.

UFC/g Forraje	% Tiempo de Actividad
<i>100</i>	<i>15</i>
<i>10,000</i>	<i>45</i>
<i>100,000</i>	<i>70</i>
<i>1,000,000</i>	<i>95</i>

Cambios cualitativos que suceden o pueden suceder en la población microbiana del ensilado durante la fermentación.



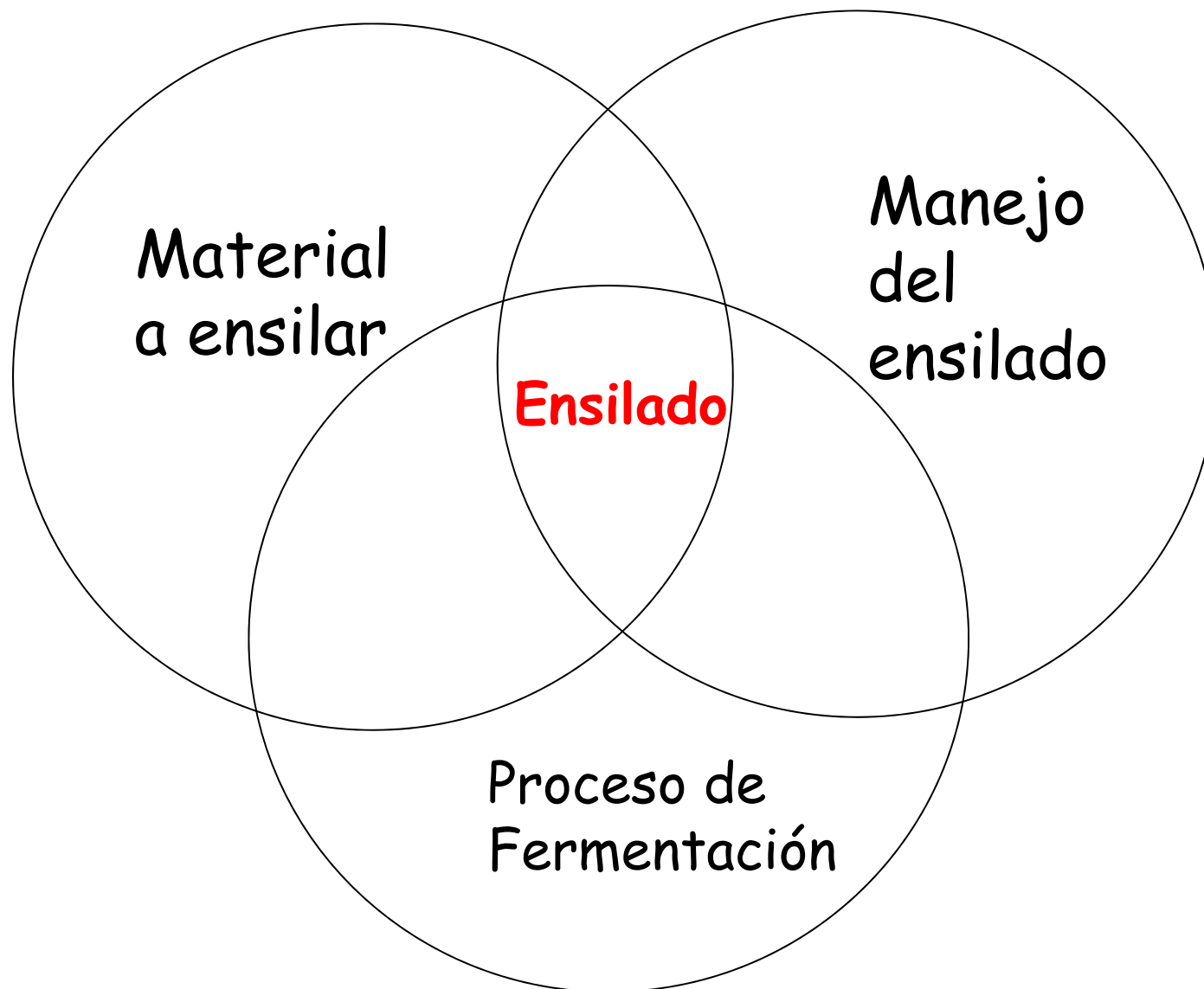
Efecto del tratamiento de cuatro inoculantes bacterianos anónimos, en el consumo de ensilado, digestibilidad y desempeño animal.

	Aumento debido al tratamiento de un inoculante (%)
Consumo de ensilado	9
Digestibilidad (valor - D)	4
Energía metabolizable	12
Desempeño del animal (ej. Ganancia de peso vivo o producción de leche)	12

Resumen de las fuentes y de la magnitud de las pérdidas, durante el ensilado y después de remover el forraje del silo.

Fuente	Pérdida de energía neta (% de equivalente de almidón)	Factor causador
Respiración	1 - 2	Enzimas de la planta, bacterias aeróbicas.
Fermentación (láctica)	4	Bacterias acidolácticas Heterofermentativas
Fermentación (secundaria)	0 - 5	Clostridia
Efluentes y/o achicalados	5 - 7 ó 2 - 5	Materia seca baja Respiración continua
Desperdicio de la superficie	0 - 10	Microorganismos aerobicos
Deterioro aeróbico	0 - 10	Microorganismos aeróbicos

Factores interrelacionados en la fabricación del ensilado



Criterios de selección de bacterias ácidolácticas para su uso en inoculantes de ensilado

1. Debe tener una tasa rápida de crecimiento y ser capaz de competir y de dominar organismos presentes en el ensilado.
2. Debe ser homofermentativa.
3. Debe ser resistente a los ácidos y producir rápidamente un pH final de 4,0.
4. Debe ser capaz de fermentar la glucosa, fructosa, sacarosa y, de preferencia, fructosanos y pentosanos.

Criterios de selección de bacterias ácidolácticas para su uso en inoculantes de ensilado

5. No debe producir dextrano de la sacarosa o manitol de la fructosa.
6. No deben tener ninguna acción sobre ácidos orgánicos.
7. Deben tener un buen crecimiento en un amplio rango de temperaturas, ed preferencia arriba de 50°C para sobrevivir a cualquier aumento de temperatura, durante las primeras etapas del ensilaje.
8. Debe carecer de actividad proteolitica.

Criterios de selección de enzimas para su uso como tratamiento para ensilados

1. Deben ser capaces de hidrolizar fuentes de azúcar dentro de rangos de pH de 6,0 - 4,3, con un óptimo de 5,0.
2. Deben detener su actividad cuando el pH alcance 4,3 - 4,1.
3. Deben ser capaces de trabajar bien en un ambiente anaeróbico.
4. Deben ser capaces de trabajar a temperaturas superiores a 50°C.
5. No deben tener actividad proteolítica.

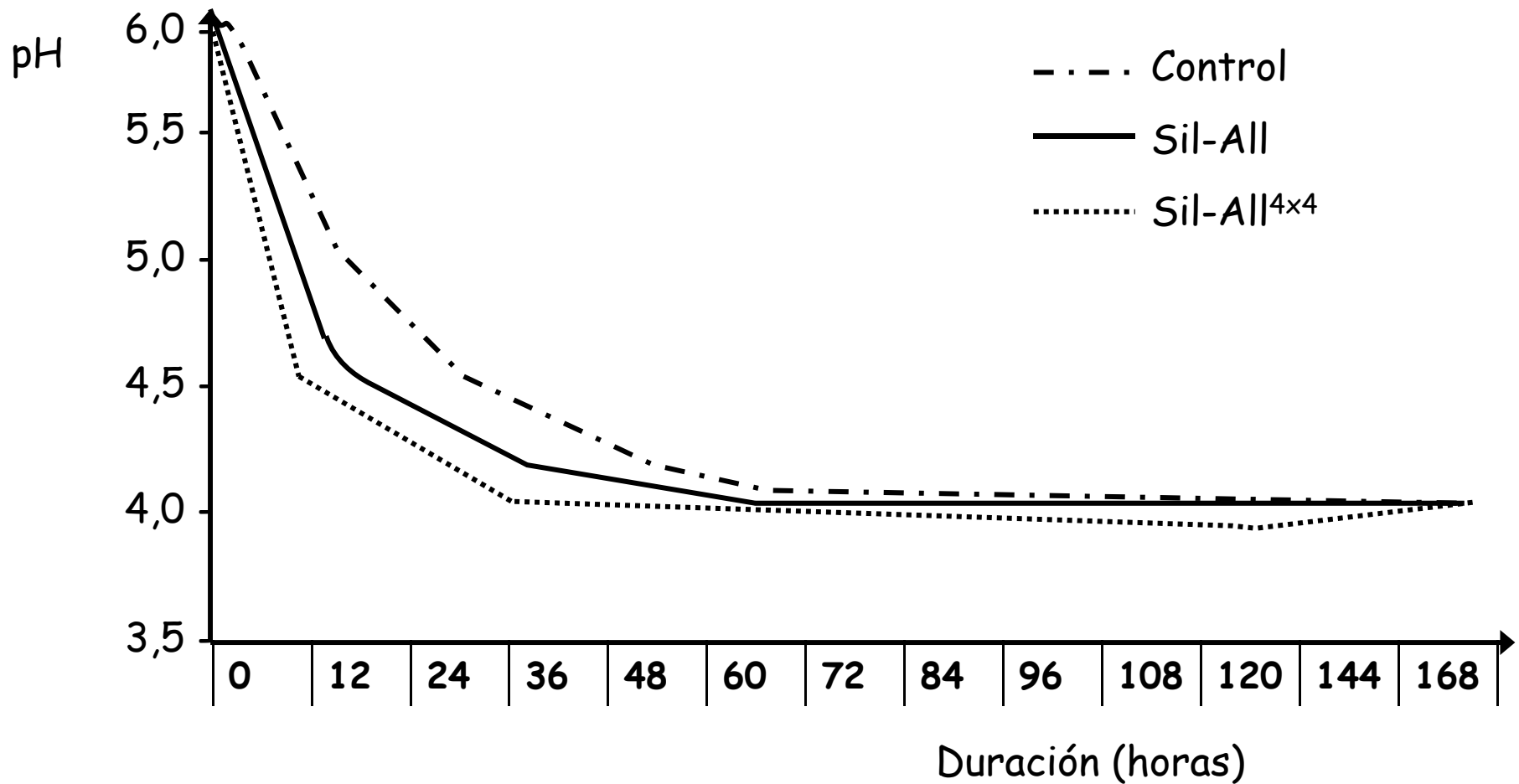
Ingredientes activos contenidos en algunos inoculantes.

	Sil - All	Maize - All	Sil -All ^{4x4}
Bacterias			
<i>Lactococcus faecium</i>	+	-	+
<i>Lactobacillus plantarum</i>	+	+	+
<i>Lactobacillus salivarius</i>	-	-	+
<i>Pediococcus acidilactici</i>	+	+	+
Enzimas			
Celulasa	+	-	+
Hemicelulasa	+	-	+
Pentosana	+	-	+
Amilasa	+	+	+

Cambios iniciales de pH en ensilados de ballicas perennes de segundo corte.

	Días		
	1	2	3
No tratado	4,66	4,10	4,02
Ácido Fórmico	4,77	4,25	4,15
Sil-All	4,51	3,95	3,86

Cambios de pH en ensilados de ballica perenne, tratados con aditivos.



Composición cuantitativa del ensilado de ballica perenne tratados con aditivos

	Control	Sil-All	Sil -All ^{4x4}
Materia Seca %	18,20	19,40	19,83
Proteína cruda %	15,30	15,40	15,40
pH	4,21	3,90	3,90
Ácido láctico %	10,20	12,80	14,90
Ácido acético %	13,30	8,10	6,0
Ácido propiónico %	0,40	0,30	0,25
Ácido butírico %	0,10	No detectado	No detectado
Etanol %	5,01	3,45	3,10
Amoniaco (% total N)	8,40	7,25	7,0

Categoría de Aprobación de los Aditivos para Ensilaje

- C ¿Qué es lo que hace el producto por el ensilado?
- B ¿Qué es lo que hace el producto por el animal?
- A ¿Qué hace el producto por la rentabilidad de los productores?

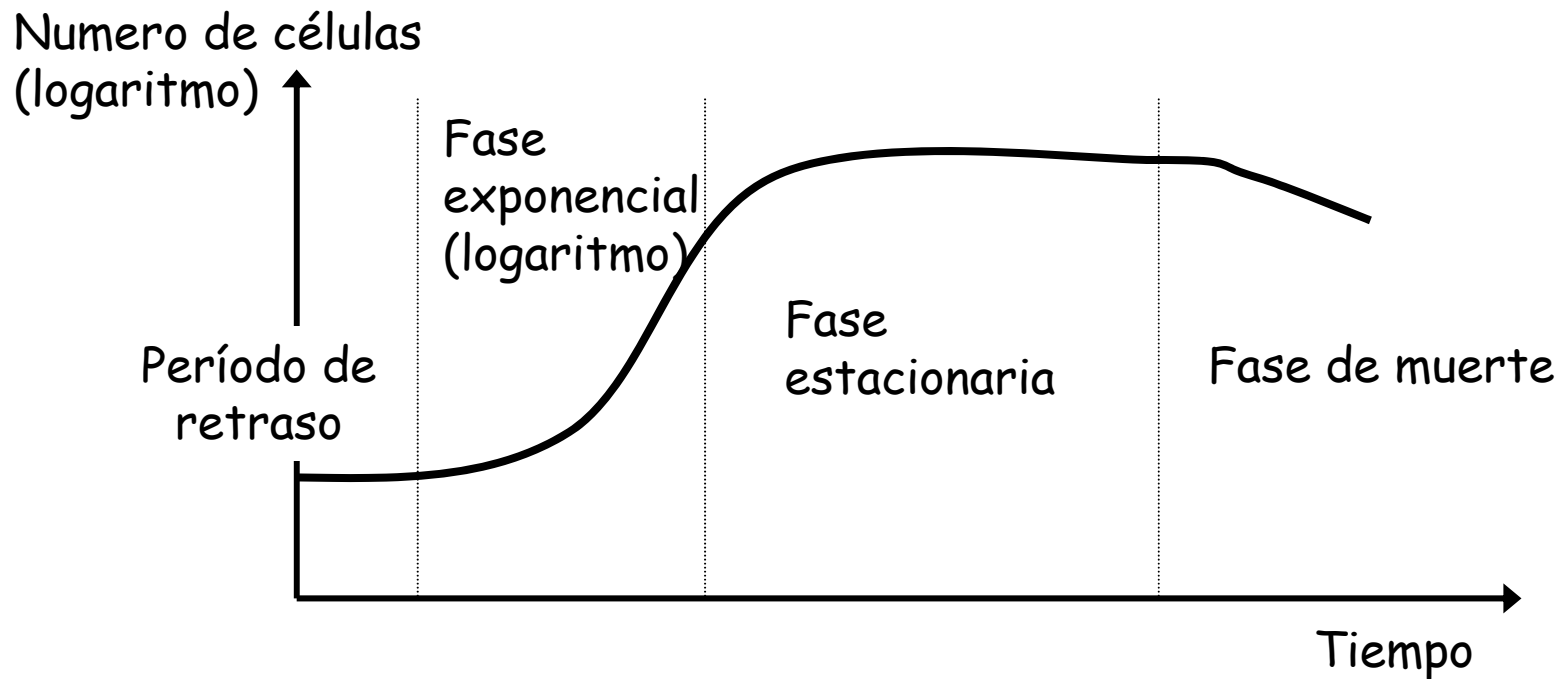
Esquema de aprobación de aditivos para ensilaje

Categoría	Estatus
C1	Mejora la fermentación.
C2	Mejora la estabilidad aeróbica
C3	Reducción de efluentes
C4	Reducción de pérdidas en el silo
B1	Mejora el consumo voluntario
B2	Mejora la digestibilidad <i>in vivo</i>
B3	Mejora la retención de energía y/o nitrógeno
A1	Mejora la ganancia de peso vivo
A2	Mejora el desempeño diario

Curva de crecimiento típica de un cultivo bacteriano

1. Fase de adaptación, las bacterias se adaptan a un nuevo ambiente. Ej. Al ser inoculadas dentro del ensilado.
2. Fase logarítmica, cuando hay un crecimiento rápido una bacteria se convierte en 2 en alrededor de 30 minutos, 4 en 60 minutos y en 16 millones en 24 hrs, ej. \log_2 .
3. Fase estacionaria, no existe cambio en los números bacterianos.
4. Fase de finalización, donde hay una gran disminución en la concentración de bacterias viables.

Curva de crecimiento típica de un cultivo bacteriano



Efecto de los componentes de Sil-All sobre el pH de ensilaje de alfalfa.

	Días				
	2	4	7	14	28
Control	4,97 ^a	4,69 ^a	4,76 ^a	4,68 ^a	4,49 ^a
Bacterias	4,59 ^c	4,34 ^c	4,39 ^b	4,33 ^b	4,18 ^b
Enzimas	4,69 ^b	4,49 ^b	4,46 ^b	4,31 ^b	4,08 ^d
Sil-All	4,50 ^d	4,22 ^d	4,29 ^d	4,26 ^c	4,12 ^c

Los promedios en una columna con diferentes índices son estadísticamente significativos ($P < 0,05$)

Efecto varios componentes de Sil-All sobre la calidad de la fermentación en ensilado de alfalfa (g/kg).

	Acido láctico	Acido acético	Carbohidratos solubles en agua
Control	62,2 ^b	15,7 ^b	19,0 ^b
Bacterias	84,9 ^a	15,6 ^b	21,4 ^b
Enzimas	82,4 ^a	25,8 ^a	55,5 ^a
Sil-All	87,4 ^a	13,8 ^c	23,3 ^b

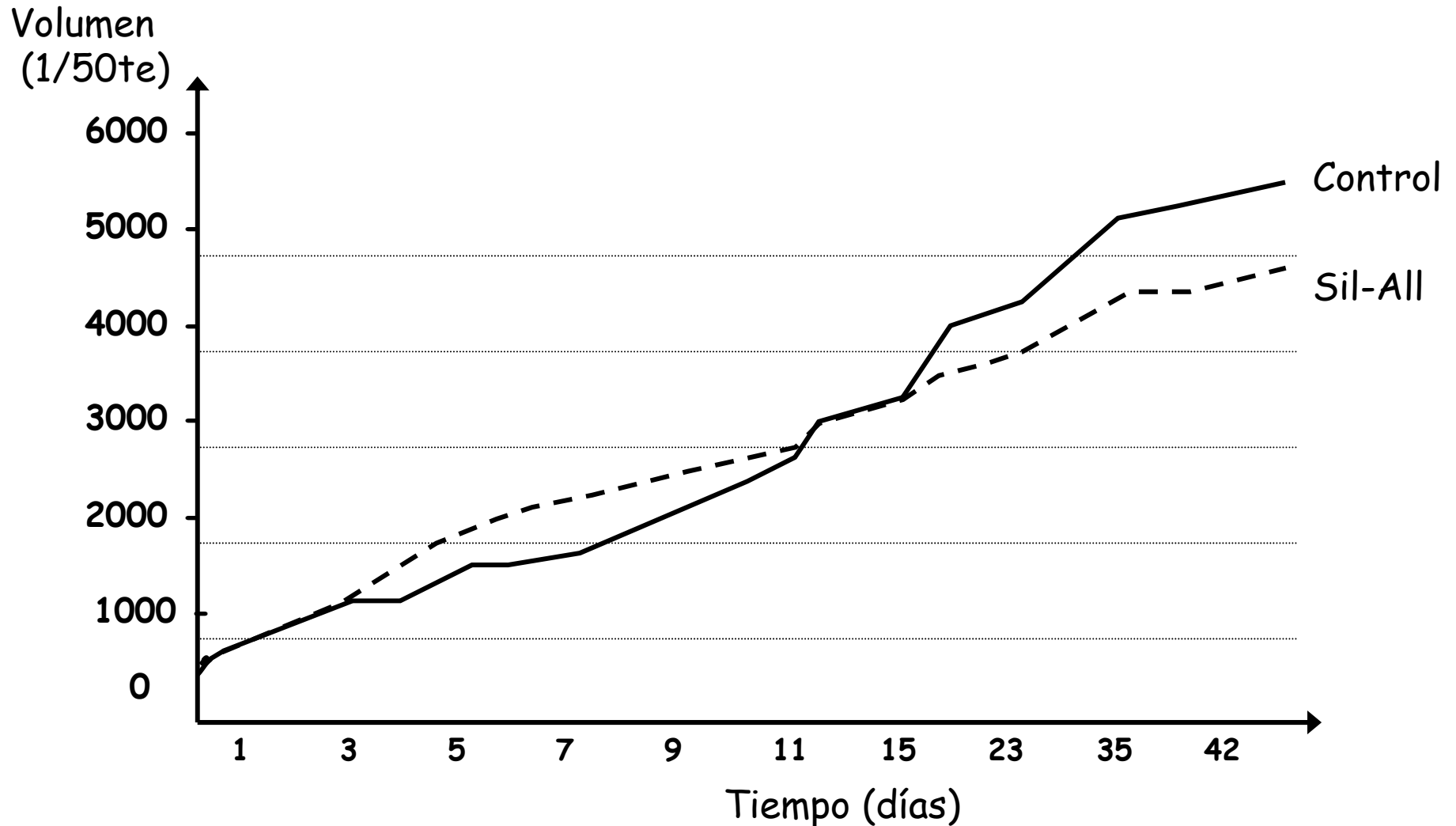
Los promedios en una columna con diferentes índices son estadísticamente significativos ($P < 0,05$)

Efecto comparativo de Sil-All y un inoculante con una sola bacteria (sp) sobre el ensilado de avena.

	Corte directo			Marchitado		
	Control	Sil-All	Sp individual	Control	Sil-All	Sp individual
pH	4,61 ^a	4,24 ^b	4,37 ^b	4,24 ^a	4,14	4,23
Proporción de Láctico:acético (g/kg MS)	1,71 ^a	2,92 ^b	2,51 ^b	3,91 ^a	6,95 ^b	6,65 ^b
Acido láctico	69,5	95,1	88,7	80,5	90,7	78,5
Ácido acético	40,7 ^A	32,6 ^B	35,3 ^B	20,6 ^A	11,6 ^B	11,8 ^B
Ácidos totales	122	135	128	118	122	91,8
Hemicelulosa	123,5 ^a	93,8 ^b	142,0 ^a	122,1	116,8	162,0
Carbohidratos solubles en agua	17,5 ^A	19,8 ^b	18,2 ^A	26,8 ^A	33,2 ^B	26,9 ^A
Proteína cruda	176	178	176	186	181	181

^{ab} (P < 0,05), ^{AB} (P < 0,01)

Volumen de la descarga del efluente de ensilados tratados con y sin Sil-All, hechos de pasto con contenido de MS de 180 g/kg.



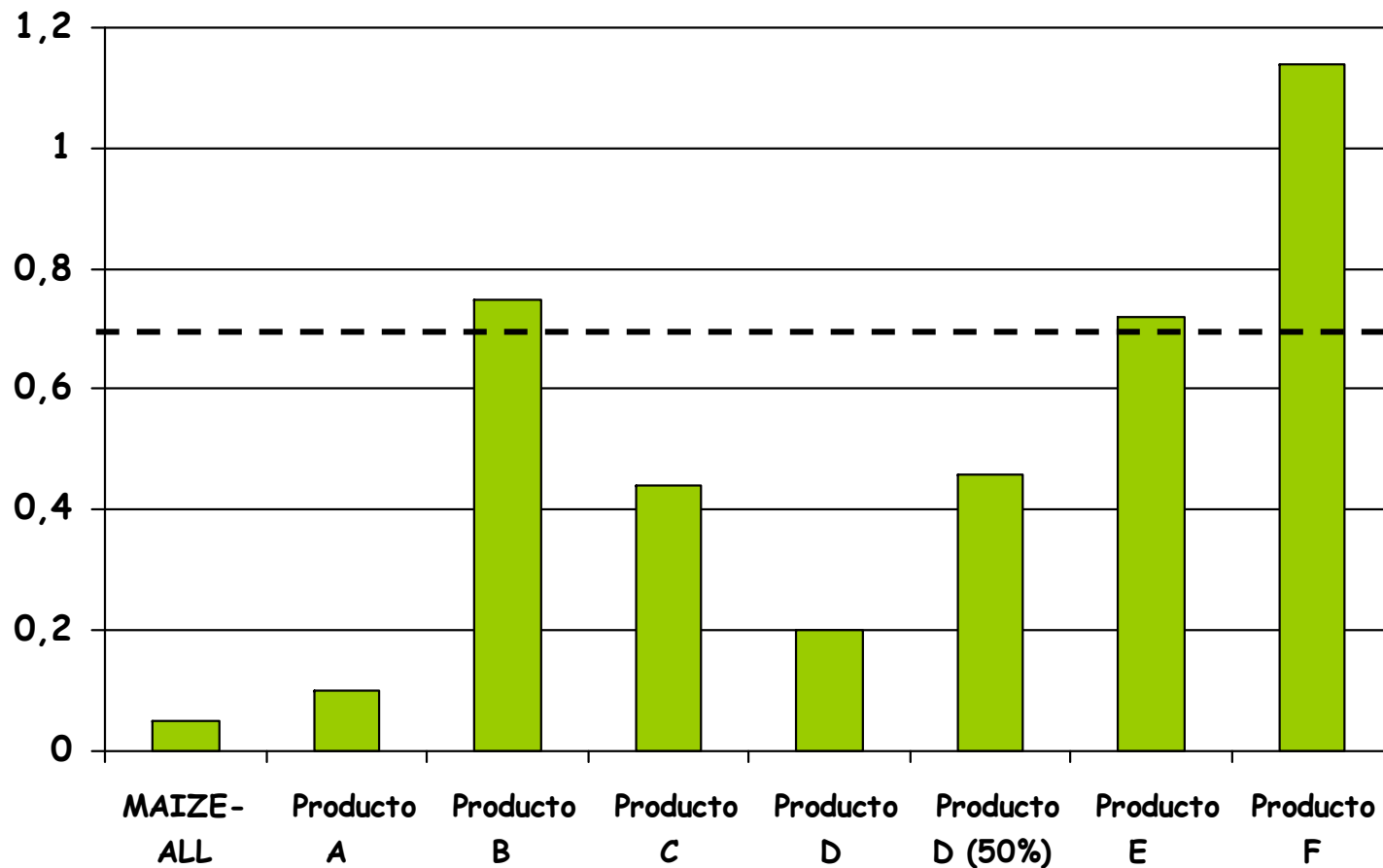
Efecto del tratamiento con aditivo en el volumen total y la composición química del escurrimiento del ensilado.

	Tratamiento		
	Control	Sil-All	Ácido formico
Volumen del efluente (l/ton cultivo ensilado)	166	157	176
Contenido de MS (g/kg)	56,4	47,4	60,0
Salida total de MS en el efluente (kg/ton de ensilado fresco)			
Composición química:	9,36	7,50	10,55
Proteína Cruda (g/kg MS)	244	249	264
Cenizas (g/kg)	218	215	236
pH	3,84	3,36	4,4

Mermas en ensilado de pastos Kg sin tratamiento y tratados con Sil-All

	Control	Sil-All
Materia seca total ensilada	9974	9981
Total de MS del ensilado recuperado	9050	9088
Pérdida de MS	924	893
Pérdida de MS (%)	9,26	8,94

Cambios de pH por mas de 48 horas teniendo como base un pH de 4,1 en un ensilado de maíz tratado con varios aditivos biológicos.



Efecto de Sil-All y sus componentes por separado en la composición del ensilado de alfalfa (g/kg MS)

	Segundo corte			Tercer corte		
	Materia Seca	FDN	FDA	Materia Seca	FDN	FDA
Control	338,3 ^a	446,0 ^a	365,7 ^a	325,0 ^{ab}	331,0 ^b	289,0 ^a
Bacterias	405,0 ^a	432,9 ^{bc}	358,5 ^{ab}	340,6 ^a	362,2 ^a	303,4 ^a
Enzimas	361,1 ^b	413,0 ^c	330,4 ^c	291,4 ^b	318,1 ^a	270,2 ^b
Sil-All	330,1 ^c	440,0 ^{ab}	349,8 ^b	316,8 ^{ab}	321,7 ^a	304,5 ^a

Los promedios en una columna con diferentes índices son estadísticamente significativos (P< 0,05)

Efecto de Sil-All y sus componentes por separado a nivel de los componentes nitrogenados de ensilado de alfalfa.

	Control	Bacterias	Enzimas	Sil-All
Amoniaco (g/kg MS)	25,4 ^a	14,5 ^c	18,9 ^b	19,2 ^b
Nitrógeno no proteico (g/kg nitrógeno total)	528,7 ^a	521,9 ^a	491,9 ^a	461,2 ^a

Los promedios en una columna con diferentes índices son estadísticamente significativos ($P < 0,05$)

Composición de ensilados de ballicas perennes alimentado a borregos (g/kg MS)

	Control	Sil-All	SED
Materia seca	202,6	201,2	8,02
pH	4,31	4,39	0,059
Nitrogeno	35,49	33,33	5,49
Amoniacos (g/kg de N total)	57,8	31,6	6,14
EM (MJ/kg MS)	11,98	11,59	0,111
Ácido láctico	109,2	67,3	7,51
Ácido acético	8,2	6,2	1,24

EM estimada a partir de FDA modificada

Consumo de MS y orgánica (g/cabeza/d) de ensilados no tratado y tratado con Sil-All en borregos.

	Control	Sil-All	SED
Consumo de materia seca	784,5	929,8	22,06
Consumo de materia orgánica	691,5	836,3	19,45
Consumo de materia seca ^{0,75}	52,15	61,65	1,385

Efecto del ensilado tratado con Sil-All sobre el balance de nitrógeno *in vivo* en ovinos (g/cabeza/d).

	Control	Sil-All	SED
Consumo de nitrógeno	25,06	29,45	0,653
Salida de nitrógeno en heces	6,45	7,29	0,194
Salida de nitrógeno en orina	9,23	9,50	0,533
Nitrógeno retenido	9,37	12,65	0,609

Efecto de Sil-All parámetros nutricionales de ensilado de pasto (g/kg MS).

	Control	Sil-All	SED	P > F
Proteína cruda	203,9	196,8	0,282	0,05
EM (MJ/kg)	10,66	10,88	0,102	NS
FDA	318,9	303,7	0,303	0,001
FDN N	525,4	516,5	0,523	0,001

Efecto del tratamiento de Sil-All en ensilado de pasto sobre parámetros productivos de ganado bovino de carne

	Control	Sil-All	SED	P > F
Consumo de materia seca (kg/d)	6,80	7,01	0,21	NS
Ganancia de peso vivo (kg)	0,80	1,10	0,09	P < 0,01
Índice de conversión alimenticia	8,50	6,94	-	-

Powerstart Aditivo Biológico

Contiene tres cepas de bacteria lácticas: *Lactococcus lactis* y dos cepas de *Lactobacillus plantarum* que incluye la cepa AberF1 que fue seleccionado después de investigar 1.055 cepas capaces de degradar la fructosa. Esta mezcla de bacterias asegura un aporte de 1 millón de UFC (unidad formadora de colonias) por gramo de forraje que puede aumentar al doble la velocidad de ensilado y presenta una tasa de crecimiento bacteriano un 20% superior al antiguo Live System.

Powerstart Aditivo Biológico

Los CHOS del forraje están compuestos por moléculas de glucosa, fructosa y sacarosa.

La fructosa puede constituir el 80% de los CHOS del forraje y su concentración no se ve afectada por la hora del día como los azúcares de cadena corta y no puede ser degradado rápidamente por enzimas naturales del forraje o por los inoculantes convencionales a formas simples de azúcares.

Powerstart Aditivo Biológico

AberF1 degrada en forma rápida los azúcares de cadena larga en azúcares simples que son rápidamente utilizadas por las bacterias ácido lácticas como fuente de energía.

Esto le permite a este aditivo tener acceso entre 2 a 5 veces más azúcar disponible que otros inoculantes, dado que no importa la hora del día en que se desarrolle el proceso de corte para el ensilado.

Powerstart Aditivo Biológico

La PC es degradada en el proceso de fermentación y una parte importante se pierde en forma de amonio, amonoácidos libres y otros productos nitrogenados.

La velocidad de degradación esta determinada por la velocidad de caída del pH.

>Velocidad > Calidad de la Proteína verdadera
> Nivel de Nitrógeno amoniacal < Consumo

Powerstart Aditivo Biológico

La PC es degradada en el proceso de fermentación y una parte importante se pierde en forma de amonio, amonoácidos libres y otros productos nitrogenados.

La velocidad de degradación esta determinada por la velocidad de caída del pH.

>Velocidad > Calidad de la Proteína verdadera
> Nivel de Nitrógeno amoniacal < Consumo

**Si después de toda esta información
Quedaron confundidos y no saben
Que utilizar
Solo piensen que un buen proceso de ensilado
Es mejor que cualquier aditivo**



Aditivos en Ensilajes

**Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera**