

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 14-44).

Otro punto a tener en cuenta, es que cuando sopla el viento y las bolsas se ubican en dirección Norte Sur, el viento (que suele ser predominante del Sur) puede generar tensiones en las bolsas mal cortadas o abiertas aumentando el riesgo de roturas.



Figura 14-44 Las bolsas cortadas por tu parte superior y en forma longitudinal tienen mayor riesgo de rotura.

3.2 Recolección de bolsas

Para finalizar este capítulo, diremos que es necesario, no solamente una correcta confección de las bolsas y su utilización, sino también conciencia en el cuidado del ambiente, teniendo en cuenta que el trabajo diario debe incluir una correcta recolección de los trozos de polietileno utilizado.

Es posible ver en los establecimientos o zonas en los que no se presta atención a este detalle, cómo a lo largo de los años se va acumulando plástico en los lotes y/o zonas aledañas, que 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 14-45).



Figura 14-45 Los restos de polietileno, deben ser recolectados en tiempo y forma para evitar que la contaminación se propague por todo el campo.

15 Aditivos - Efectos en el Silaje



Los aditivos para silaje se pueden clasificar o dividir en dos diferentes grupos:

- **Estimulantes:** que promueven el desarrollo de bacterias lácticas y 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 aquellos 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 con-

tenido 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 MS 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 15-1).

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.

1. 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.

1.1 Efectos esperados de los inoculantes bacterianos

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 solo producen ácido láctico, sino que también producen ácido acético y alcohol (etanol), mientras que las bacterias de los inoculantes producen mayormente ácido láctico.

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 el rápido descenso del pH ayudaría a disminuir la pérdida de proteínas.

El cambio en los productos de la fermentación debería mejorar la cantidad de MS 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

Tabla 15-1 Clasificación de los diferentes tipos de aditivos.



donde el uso de inoculantes ha tomado relevancia en los últimos años con la incorporación de *Lactobacillus buchneri*, ayudando a mejorar dicha estabilidad al momento de la apertura (se define como estabilidad aeróbica a la cantidad de horas necesarias para que la temperatura del silo supere en 2°C a la temperatura ambiente; el dato de estabilidad aeróbica es un indicador de la calidad de conservación del silo, mientras más alto sea su valor, significa que más se retarda el comienzo del deterioro del material expuesto al oxígeno: la cara expuesta de un silo aéreo, por ejemplo, permanecería más fría en el tiempo en un material con alta estabilidad aeróbica).

1.2 Efectos observados de los inoculantes bacterianos

En diferentes estudios realizados en EEUU y Europa entre 1990 y 1995, utilizando alfalfa (*Medicago sativa sp.*), tréboles, verdeos de invierno y silajes de maíz (*Zea mays sp.*), 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 MS mejoró en menos del 50 % de los casos. De todas maneras, en los casos en que hubo mejoras, estas 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 MS en por lo menos un tercio de los casos, aproximadamente en el mismo porcentaje en que se recuperó la MS del silo, lo que era de esperar.

Una opción no tradicional en la república argentina pero que presenta una alta productividad de MS en zonas donde las especies tradicionales no llegan a expresar toda su capacidad productiva, es el ensilaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum sp.*). Uno de los factores que todavía inhibe la expansión de este tipo de silaje (Figura 15-1), en el Noroeste argentino es su fermentación alcohólica debido a la actividad de levaduras que transforman su azúcar en Etanol, CO₂ y agua. Esto es un proceso indeseable, ya que la generación de Etanol puede llegar a consumir hasta el 17 % de la MS total del silo, y promover pérdidas totales de hasta el 29 % de la MS en forma de efluentes y gases durante el proceso fermentativo. (Peiretti and Navarro, 2018) en un ensayo realizado en la provincia de Salta, lograron los valores más bajos de etanol en silos de caña de azúcar (0,97 % de la MS), frente a tratamientos control (9,79 % de la MS), y tratamientos tratados con Urea (7,21 % de la MS), mediante la inoculación al momento del picado de la caña con *Lactobacillus buchneri* cepa NCIMB 40788. También en la misma experiencia, (Peiretti and Navarro, 2018), lograron valores de estabilidad aeróbica de 207 horas en silo de caña inoculado con esta cepa de *Lactobacillus buchneri* frente a la estabilidad aeróbica de 60 horas del silo testigo y las 39 horas del silo tratado con Urea. Estos determinaron que el uso de este tipo de aditivos, permite considerar al silo de caña de azúcar como una opción viable (Figura 15-2) y aumenta el abanico de opciones nutricionales en zonas extra pampeanas de la Argentina (esta experiencia está más ampliada en el anexo 3 del capítulo 10 sobre silajes de este manual).



Figura 15-1 Picando caña de azúcar en la provincia de Tucumán, Argentina. En zonas donde los cultivos de maíz y sorgo no llegan a expresar todo su potencial, el cultivo de caña de azúcar con destino de silaje es una interesante opción por su alta producción de MS/ha



Figura 15-2 (arriba) Caña de azúcar picada e inoculada al momento de ensilar; (abajo) Silo de caña de azúcar luego de 120 días de almacenaje.

1.3 Cuándo son efectivos los inoculantes bacterianos

Los inoculantes no siempre tienen éxito y para que se justifique el gasto adicional de su uso, es importante entender porque estos no siempre son útiles.

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 estas 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. Solo 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 (de allí la marcada diferencia que el tratamiento con inoculantes presenta en silajes de cultivos como la caña de azúcar).

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.

1.4 Cuidados en la aplicación de inoculantes bacterianos

El primer punto a tener en cuenta es adquirir inoculantes debidamente registrados de empresa que cumplan con establecimientos elaboradores registrados para tal fin.

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 estabilidad aeróbica al momento de la apertura del ensilado.

Por último, es recomendable aplicar productos líquidos (soluciones) 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 la heladera 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.

Siempre la aplicación más efectiva será en la picadora de forrajes (ver capítulo 13 de este manual), las cuales vienen preparadas para tal fin. En algunos casos podrá hacerse la inoculación en la embolsadora.

En cualquiera de los dos casos se deberá prestar atención al volumen de solución (agua más inoculante) en donde no se deberá aplicar menos de 300 cc de agua por tonelada de forraje tal cual. Idealmente utilizar un rango de 300 a 500 cc de agua por tonelada de forraje tal, con la dosis de inoculante recomendada por el fabricante.

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.

1.5 Viabilidad y uniformidad en inoculantes bacterianos

Los inoculantes bacterianos tradicionalmente son mezclados con agua, almacenados en el tanque de picadora y aplicados al forraje antes de ensilarlo. Para maximizar su potencial y efectividad, la correcta cantidad de microorganismos viables debe ser uniformemente aplicada y distribuida en el volumen de forraje durante la aplicación.

Utilizar inoculantes con las garantías adecuadas en cuanto a cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias lácticas por gramo, realizar una correcta disolución del mismo y su posterior aplicación, junto con un almacenaje correcto del inoculante, antes y durante la aplicación, influirá en el resultado final de la inoculación y en las probabilidades de lograr una mejor fermentación del volumen de forraje ensilado.

A este respecto hay dos factores que no se pueden perder de vista: las características del agua que se utiliza para realizar la mezcla y la uniformidad de aplicación del aditivo bacteriano.

Respecto al agua, lo primero a tener en cuenta es considerar que estamos utilizando bacterias metabólicamente activas, por lo que no se debe utilizar agua clorada, ya que mataríamos a las bacterias ácido lácticas y fracasaría la aplicación. También es importante destacar que si usamos recipientes que hayan sido utilizados con fitosanitarios, afectarán la supervivencia de estas bacterias lácticas.

La temperatura alcanzada por la mezcla inoculante/agua y el periodo de tiempo que esta mezcla está almacenada en el tanque de la picadora tiene una gran influencia sobre la viabilidad del inoculante (bacterias ácido lácticas vivas).

En el campo, el tanque de inoculante de las máquinas picadoras está sometido a la acción de los rayos solares y a la temperatura ambiente y de la atmósfera que rodea a la máquina picadora (motor, etc). En un ensayo realizado en condiciones de laboratorio, (Mulrooney and Kung, 2008), encontraron que la viabilidad de una amplia gama de inoculantes bacterianos sufría una marcada caída cuando la temperatura del agua utilizada en la mezcla superaba los 35°C (Figura 15-3).

Lo encontrado por estos autores, está de acuerdo con (Windle and Kung, 2016), quienes encontraron en una experiencia monitoreando tanques de diferentes picadoras en los EEUU, que la temperatura de la mezcla tiene una correlación directa con la diferencia entre las bacterias realmente encontradas en el tanque y lo esperado en la dosis al momento de realizar la disolución. Estos autores encontraron que al final de la jornada, por efecto de la temperatura del agua de la mezcla, la diferencia entre las UFC medidas en el tanque y lo esperado, alcanzaba el 50 % de diferencia.



Figura 15-3 No se debe perder de vista que la mezcla inoculante está sometida a cambios de temperatura provocados por los rayos solares y por la cercanía con mecanismos de la máquina generadores de calor y que todo esto afecta la viabilidad del inoculante.

El tiempo que el inoculante pasa en el tanque de la picadora, también tiene su efecto sobre la viabilidad de las bacterias ácido lácticas del mismo. Esto se debe a que el tanque de inoculante va absorbiendo calor de la picadora durante la jornada de trabajo, resultando en una elevación de la temperatura del agua que merma la población de bacterias ácido lácticas.

Por lo tanto, si la idea es invertir en inoculación y lograr la misma con alta eficiencia y que el costo de esta inversión se vea reflejado en la calidad de conservación del material vegetal en el silo, se recomienda monitorear la temperatura de la solución dentro del tanque de inoculante, controlando que la misma no supere los 35°C, debido a que el conteo de bacterias ácido lácticas se vería altamente reducido. Máquinas picadoras con el tanque de inoculante ubicado lo más lejos posible de las fuentes de calor (tanto en los modelos de fábrica, como en los kits de inoculación incorporados a la picadora), y evitar usar agua a alta temperatura para realizar la mezcla, ayudan a aumentar la viabilidad del inoculante y a lograr el efecto buscado con la inoculación. Aislar al máximo el tanque de inoculación de la temperatura ambiente o incluso meter paquetes de gel refrigerante o hielo en el tanque de inoculación son prácticas, así como descartar el excedente de mezcla cuando termina cada jornada de trabajo, son pautas de manejo que deberían ser tenidas en cuenta para mantener la temperatura del agua de la mezcla por debajo de los 35°C.

Sumado a la temperatura de la mezcla, otro factor que se debe tener en cuenta al momento de hablar la eficiencia en la inoculación bacteriana del silo, es la uniformidad en la población bacteriana que es distribuida en cada momento de la jornada de trabajo, sobre el material que está siendo ensilado.

¿Estamos seguros que inoculamos lo que pensamos que estamos inoculando? Para responder a esta pregunta, debemos saber que los inoculantes bacterianos están formados por organismos vivos especialmente seleccionados para tal fin, y que los mismos son distribuidos en una pequeña cantidad sobre el material picado. Sin embargo, la naturaleza propia de este tipo de organismos puede resultar en una complicación al momento de la inoculación: Estas bacterias, cuando están en un medio acuoso, tienden a acumularse en el fondo del recipiente (tanque de inoculante, por ejemplo), en el que se encuentren luego de algunas horas.

(Andrieu and Mari, 2017), comentan que experiencias realizadas en laboratorio muestran que luego de algunas horas, valores cercanos al 0 % de

la población dosificada de bacterias con el inoculante, fueron encontradas en la parte superior del volumen de líquido contenido dentro del tanque de inoculación, mientras que cerca del 500 % de la población dosificada originalmente se encontró en el fondo de dicho tanque. Según estos autores, esto resulta en una sobredosificación de la base del silo aéreo (o del comienzo de la bolsa) y en una sub dosificación de la parte superior del silo, donde en la mayoría de los casos, la porosidad es mayor y el material se encuentra en condiciones de mayor aerobiosis y por lo tanto el inoculante es más necesario.

Una de las soluciones a este tipo de problema para lograr una inoculación más uniforme a lo largo de toda la jornada de trabajo, es la tecnología H₂C (High & Homogeneous Concentration), desarrollada por Lallemand Animal Nutrition. (Andrieu and Mari, 2017), explican que esta tecnología tiene dos objetivos principales: 1. Alta concentración del producto inoculante, esto pensando en los aplicadores de ultra bajo volumen desarrollados para equipar máquinas picadoras que trabajan a alta velocidad (ver capítulo 13).

La tecnología H₂C, trabaja con concentraciones de inoculante de 3x10¹¹ UFC de bacterias ácido lácticas/gramo de inoculante, para luego trabajar en 1-2 gramos por tonelada de material ensilado (pensemos que la concentración tradicional es de 1x10⁵ UFC/gramo). 2. Evitar la sedimentación del inoculante en el tanque de la picadora (para realizar una aplicación uniforme en todo el volumen del silo).

Con este tipo de tecnología se logra que la concentración de inoculante se mantenga uniforme en todo el volumen del tanque por 24 horas (Figura

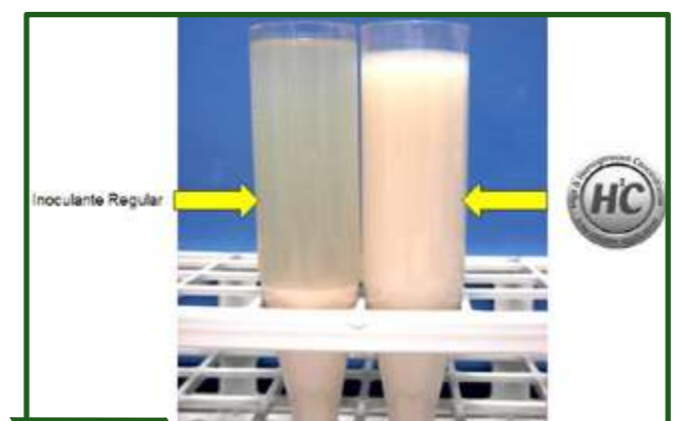


Figura 15-4 La tecnología H₂C de Lallemand Ind., permite mantener la uniformidad en la concentración del inoculante por 24 horas en el tanque de la máquina picadora. Izquierda: Vista de solución de inoculante tradicional, luego de 4 horas de realizada la dilución. Derecha: Solución con tecnología H₂C luego de 4 horas de realizada la dilución. Fuente: (Andrieu and Mari, 2017).

ra 15-4), lo que eleva considerablemente la uniformidad de aplicación en toda la masa de material ensilado.

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 pueden 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.

2.1 Efectos esperados de los inoculantes enzimáticos

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 MS, 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 silo 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 MS 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 MS dado que la reducción en la cantidad de fibra induciría a una mayor compactación en el silo, disminuyendo la porosidad del silo mejorando el comportamiento durante el suministro, por una menor penetración del aire a la cara expuesta del silo.

2.2 Efectos observados de los inoculantes enzimáticos

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 MS, justamente por posibilitar mejorar la compactación del silo.

Es importante destacar que en la actualidad muchos inoculantes ya contienen enzimas mejorando la aplicación y promoviendo el efecto de las mismas.

2.3 Cuidados en la aplicación de inoculantes enzimáticos

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 %. En estos rangos de humedad, se han visto grandes beneficios en la mejora del porcentaje de MS, 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 silo 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. Ácido 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.

3.1 Efectos esperados del ácido propiónico

El ácido propiónico aplicado a bajas dosis (0,2 a 0,4 % de la MS), 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 MS no se vería afectada o en todo caso mínimamente reducida y la respuesta animal se vería afectada solo si el silo no tratado se calentara.

3.2 Efectos observados de la aplicación de ácido propiónico

En todos los casos observados en los últimos años el efecto mas 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, es una herramienta más que ayuda a obtener calidad, pero que de ninguna manera soluciona los problemas relacionados con una mala práctica en el proceso de confección.

Optimizando al máximo el control sobre la tarea de confección del silo (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, bien compactado), el riesgo de trabajar sin inoculación, en silo de cultivos con capacidad buffer como la alfalfa, se minimiza.

Si se desea emplear aditivos como aceleradores del proceso de fermentación, el empleo de los aditivos bacterianos sería el más aconsejable.

Cuando se trabaja con productos como el ácido propiónico, tener muy en cuenta la corrosividad de este tipo de productos y los cuidados a tener con el personal y la maquinaria. La tabla 15-1, sirve de resumen para este capítulo.

4. Metodologías de distribución de aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos

Los aditivos, inoculantes y concentrados bacterianos, pueden ser distribuidos sobre el material a conservar con diferentes metodologías, según el volumen de material a conservar, el tipo de máquina utilizada y la técnica de conservación (ensilaje, henificación o henolaje).

Las metodologías de aplicación que podemos encontrar son las siguientes:

- Equipos que vienen montados de fábrica en la picadora, en los cuales se puede dosificar desde la cabina o intercambiando pastillas dosificadoras. La dosificación se realiza en el rotor acelerador o en la alimentación (Figura 15-5), los cuales son lugares ideales para lograr una mejor distribución del aditivo o inoculante (Ver sección específica en el capítulo 13 de este manual).
- Equipos para trabajar con ultra bajo volumen con inoculantes bacterianos de alta concentración (Tecnología H₂C® por ejemplo). Tienen la tobera de distribución ubicada en el codo de descarga de la máquina picadora. Poseen un tanque de depósito especial, de 20 litros de capacidad (Figura 15-6) y una tobera para distribuir el inoculante con alta velocidad de aire y muy bajo volumen (Ver sección específica en el capítulo 13 de este manual).
- Equipos genéricos incorporados en forma opcional a la máquina picadora (Autopropulsada o de arrastre), los cuales se pueden comandar



Figura 15-5 Línea de inoculación ubicada en el sector de alimentación de una picadora autopropulsada (Esta ubicación se utiliza para trabajar con dosis de bajos volúmenes). Fuente: CLAAS Argentina.



Figura 15-6 Vista del tanque del sistema Actisiler® de CLAAS, para trabajar con inoculantes de alta concentración y dosis de ultra bajo volumen. Fuente: CLAAS Argentina.



Figura 15-7 Equipos genéricos incorporados en forma opcional a la máquina picadora.

Tabla 15-1 Resumen de los efectos positivos y negativos de los diferentes aditivos.

Aditivo	Efecto positivo	Efecto Neutro	Efecto Negativo
Bacterianos	Alfalfa	Maíz / Sorgo	
Enzimas	Pasturas	Maíz / Sorgo	Alfalfa
Ac. propiónico (a la confección)			Pasturas, Alfalfa, Maíz / sorgo
Ac. Propiónico (a la extracción)	Pasturas, Maíz / Sorgo	Alfalfa	

desde la cabina y pueden tener su línea de distribución en el cilindro acelerador o en la salida de la descarga (Figura 15-7).

4. Equipos montados en la máquina embolsadora. En general trabajan con dosis de uno a dos litros por tonelada de material verde para lograr un trabajo más eficiente. Poseen un tanque de depósito y una línea hidráulica que llega hasta la batea donde se ubican las pastillas de distribución (Figura 15-8).

5. Equipos montados en máquinas megaenfardadora y rotoenfardadoras para la aplicación de aditivos específicos para henificación o ácidos orgánicos (Figura 15-9). Poseen un tanque de depósito ubicado en la parte posterior (megaenfardadoras) o delantera (rotoenfardadoras) de la máquina y una línea de aplicación que llega hasta la parte delantera de la máquina, con dos o más pastillas que trabajan distribuyendo el aditivo entre el recolector y el rotor alimentador.

6. Con mochila o elemento similar (sobre la capa superior del silo durante la etapa de confección del mismo en silos aéreos o aplicando en la batea en máquinas embolsadoras). Este tipo de aplicación solo se utiliza con picadoras de baja capacidad de trabajo. También se utiliza para trabajar con productos específicos sobre la cara expuesta de silos aéreos en uso. Con esta metodología se debe trabajar con dosis superiores a



Figura 15-8 Detalle del sistema de inoculación en una máquina embolsadora. Se observa el tanque depósito (1) y la línea hidráulica con las pastillas de distribución sobre las bateas (2).

los 2 l/t. Con esta metodología se deben extremar los cuidados del personal encargado de la aplicación por ser una tarea de alto riesgo.



Figura 15-9 Megaenfardadora equipada con sistema "Crop Saver buffered acid®" para la aplicación de ácido orgánico mezclado con ácido cítrico, lo cual permite realizar la henificación con un mayor contenido de humedad.

16 Mixer



La función de esta máquina es mezclar homogéneamente cantidades específicas y perfectamente controladas, de distintos ingredientes, para formular una dieta que se suministre en determinados momentos del día.

Objetivos:

- Aumentar la calidad nutricional de la alimentación.
- Lograr mayor estabilidad ruminal.
- Suministrar los distintos ingredientes (fibra, energía y proteína) correctamente mezclados con mínima posibilidad de selección.

Dato: los defectos de confección de origen (silajes con exceso de picado o mal fermentados, henos mal acondicionados, etc), no podrán ser subsanados por el mixer y las consecuencias se reflejarán en los animales y en las caídas de producción (leche, carne y reproductivas).

Debe destacarse además que entre los ingredientes seleccionados, la proporción y calidad de la fibra suministrada, permitirá hacer un óptimo aprovechamiento de todos los ingredientes, a través de una correcta insalivación y rumia.

Los nutricionistas indican que una dieta diaria puede contener las concentraciones adecuadas en términos de energía y proteínas, pero cuando las vacas se alimentan en un momento dado del día, solo de pasto (durante el pastoreo) y luego concentrado (durante el ordeño) y/o únicamente de silajes o henos (en piquetes), pueden existir variaciones importantes de pH en el líquido ruminal y ello provocará una menor producción de leche o carne. Además en la medida en que se suministra en la dieta mayor cantidad de concentrados de alto tenor energético, pretendiendo por ello mayores producciones, solo lograremos en los rodeos donde es ofrecida por separado, aumentar