



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ADITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO

SERVICIO PROFESIONAL
QUE PRESENTA:

PMVZ. JAIME LARA MUÑOZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MVZ. JOSÉ FARÍAS MENDOZA
PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR

MORELIA, MICHOACÁN. ENERO DEL 2011



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ADITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO

SERVICIO PROFESIONAL
QUE PRESENTA:

PMVZ. JAIME LARA MUÑOZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOACÁN. ENERO DEL 2011



ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1.Historia del ensilaje.....	4
I.2.Desventajas del silaje.....	4
I.3.Ventaja del silaje.....	5
I.4.Tipos de silo.....	6
I.5.Silos bunker y/o silos trinchera.....	7
I.6.Materiales para la construcción del silo	7
I.7.Localización del silo.....	8
I.8.Proceso de Ensilaje de Maíz	8
I.9.Elección del híbrido a utilizar.....	6
I.9.1.Cosecha y picado.....	10
I.9.2.Llenado del silo.....	10
I.9.3.Sellado del silo.....	11
I.9.4.Fermentación.....	11
I.9.5. Etapas de fermentación en el proceso de ensilaje.....	12
I.9.6.Cambios químicos que ocurren en el proceso de ensilaje.....	16
I.9.7.Restricciones del ensilaje de maíz.....	18
I.9.8.Destapado del silo de maíz.....	19
I.9.9.Propiedades organolépticas.....	19
I.10. Aditivos	20
I.10.1.Aditivos utilizados en el proceso de ensilaje.....	21
I.10.2.Aditivos que estimulan la fermentación láctica.....	23
I.10.3.Aditivos que inhiben las fermentaciones indeseables.....	24
I.10.4.Aditivos que inhiben el deterioro aeróbico.....	25
I.10.5.Aditivos utilizados como nutrientes	25
I.10.6.Aditivos utilizados como absorbentes	25
I.10.7.Combinaciones de aditivos.....	26
I.10.8.Melaza.....	30
I.10.9.Enzimas.....	30
I.10.10.Urea.....	32
I.11.Nitrógeno no proteico.....	33
I.11.1.Sal común.....	34
I.11.2.Tratamientos con ácido fórmico y formaldehído.....	34
I.11.3.Uso de camadas de aves en el silaje.....	35
I.11.4.Formas de aplicación de los aditivos.....	35
I.11.5.Uso del ensilado de maíz en ganado productor de leche y carne.....	36
II. CONCLUSIONES	38
III.BIBLIOGRAFÍA	40

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NIOLÁS DE HIDALGO**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA ZOOTECNISTA****I. INTRODUCCIÓN**

Una dieta bien balanceada y un manejo adecuado de los animales optimizan la producción de leche o carne así como, la reproducción y se mantiene la salud de los animales.

Los forrajes constituyen la fuente más económica de nutrientes para el ganado. Se cuenta con diversas especies forrajeras adaptadas a las diferentes zonas agroecológicas, pero con deficiencia en su aprovechamiento y de improvisaciones para las contingencias debido a la escasez. Existen algunas tecnologías para la conservación y almacenamiento de forrajes que permiten su utilización en la época propicia o de abundancia, siendo el ensilaje una de las alternativas de fácil elaboración y que no demanda gran infraestructura. (Hiriart, 1998)

La búsqueda de estrategias de alimentación contribuye a reducir la ampliación del área de pasturas en ecosistemas frágiles; además, soluciona el problema de escasez de forrajes en las épocas de sequía en los cuales el reto es ofrecer a los animales alimento de buena calidad aprovechando los recursos de la región. Por las anteriores razones dentro de las estrategias de alimentación a ofrecer, el ensilaje es un método de conservación de forrajes de fácil manejo y reducido costo.

El fin esencial del ensilado, es conservar los forrajes con un mínimo de pérdida de materia seca (MS), de nutrientes y manteniéndolo apetecible por el ganado, sin que se produzcan durante el proceso de ensilaje sustancias que puedan ser tóxicas para la salud del animal.

El ensilado facilita la recolección del forraje en condiciones extremas, en que es difícil utilizar otra forma de conservación, pudiendo además ser empleado en forrajes en donde no es posible el heno como el maíz o en subproductos de

gran interés como alimentos para el ganado, pero que de otra forma se estropearían o perderían una gran parte de su valor nutritivo (Cañeque, 1998).

Durante el proceso normal de ensilaje el material sufre una serie de cambios bioquímicos importantes, de los cuales resultan pérdidas de hasta un 60% de la proteína digestible como consecuencia de las transformaciones bacterianas y enzimáticas que ocurren durante el proceso Bores et al (1986). El uso de aditivos o preservantes tiene como finalidad no sólo mejorar la calidad fermentativa, sino también mantener el valor nutritivo que presenta el forraje al momento de ser introducido al silo. (Ojeda et al., 1990)

El papel de los productos aditivos, es el de contribuir a la creación de condiciones óptimas que permitan la conservación del ensilado. Los aditivos son productos químicos y biológicos que estabilizan el ensilado, ya sea por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos o bien estimulando la fermentación láctica. Un buen aditivo o conservador además debe ser eficaz, incrementa la palatabilidad del ensilaje y en su mayoría son de fácil distribución y su costo compensa su empleo.

Los aditivos suelen incluirse de manera general como parte de la tecnología de la preparación del ensilaje. Sin embargo debe recordarse que ningún aditivo puede substituir a un buen manejo del proceso de ensilaje. Por ejemplo, ningún aditivo puede cancelar los efectos negativos de una mala fermentación de los forrajes, causadas por cubiertas plásticas permeables al agua y al oxígeno, mala compactación o por un almacenamiento prolongado a temperaturas sobre los 30°C. (Tjandraatmadja et al. 1991)

En la evaluación de la utilidad de todo aditivo se debe tomar muy en consideración la respuesta en el comportamiento de los animales y la MS recuperada del silo, que son parámetros rara vez estimados. La mayoría de los ensayos se limitan a realizar mediciones de ciertos rasgos de la fermentación

Tradicional bajo condiciones controladas de laboratorio, donde aún los ensilajes no tratados y hechos de especies con gruesos tallos como el Pennisetum spp.

(Variedad de pasto Maralfalfa) Pueden mostrar una aptitud de conservación aceptable. (Woodard et al. 1991)

El objetivo del presente trabajo es lograr que mediante la compilación, selección y análisis de información, elaborar un documento con los elementos indispensables para que, tanto estudiantes como profesionistas y productores interesados comprendan y se les facilite la utilización de los aditivos en el proceso de ensilaje de maíz.

1.1 Historia del ensilaje

La práctica del ensilaje se inicio hace aproximadamente 3.000 años. En las ruinas de Cartago se descubrieron indicios del ensilaje de forraje alrededor del 1200 a.c. Sin embargo la primera referencia sobre la conservación del follaje verde data de 1786, cuando en Italia se observó la preservación de hojas verdes en toneles de madera. En 1852 se descubrió en Londres el proceso de gramíneas y leguminosas en fosas tal como se conoce hoy en día. En 1873 se introdujo su práctica en los Estados Unidos, en donde se generalizó rápidamente como ensilaje de maíz, en la década de 1920, con el uso de ensilaje en gramíneas y leguminosas. Los primeros productos que se conservaron en silos fueron los granos. Posteriormente su uso se extendió a raíces, tubérculos y hierbas frescas y finalmente a las leguminosas. El objetivo final que se busca con el proceso del ensilaje es el de preservar en lo posible, todos o la mayoría de los nutrimentos originales de los follajes verdes, especialmente los componentes energéticos y proteicos, mediante la aplicación de un método de conservación, basado en el proceso de fermentación anaeróbica, en el cual el ensilado experimenta una serie de cambios bioquímicos que lo mantienen estable por largos periodos. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

1.2.Desventajas del silaje

En el pasado se tuvieron reservas sobre el uso del ensilaje debido principalmente a diferentes factores o causas como:

- Es voluminoso para manejar y almacenar y debe consumirse rápido después de ser retirado del silo.
- Grandes pérdidas de materia seca que ocurre bajo algunas condiciones de mal manejo de silo.
- Creencia de que es un forraje con el cual no se pueden obtener niveles altos de producción de leche y carne, sin suplemento con granos y concentrado.
- Malos olores asociados con el ensilaje de mala calidad.
- Costos elevados en la mecanización del proceso y necesidad de un momento preciso para el corte por el estado del desarrollo de cultivo.

- Dificultades del manejo diario y de almacenamiento de cantidades grandes de un alimento voluminoso.

En la actualidad hay mayor certidumbre sobre como obtener un producto de buena calidad, gracias a las innovaciones respecto al momento de la cosecha, tamaño de corte y el marchitamiento de los cultivos, el transporte del material, las técnicas del ensilaje y la utilización de más eficientes aditivos. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

I.3 ventaja del silaje

- Como el componente de los sistemas de producción bovina, favorece el uso eficiente del suelo, de los productos y subproductos y desechos de otros cultivos; por tanto, beneficia al reciclaje de nutrientes y reduce la compra insumos y costos de producción.
- En tiempos de verano, cuándo escasea el forraje o exceso de lluvias; en muchos casos representa el mejor complemento de alimentación diaria de los animales, disminuye las necesidades de suplementación con concentrados.
- Es un método práctico y económico para conservar los pastos, gramíneas y leguminosa y preservar al máximo su valor nutritivo y buena parte de la vitamina A, así como para mejorar el valor nutritivo y palatabilidad con el uso de aditivos.
- El ensilaje es generalmente superior al heno en términos de contenido de energía, y su preparación es menos dependiente de las condiciones climáticas.
- Permite una mejor utilización de la maquinaria y la mano de obra permanente de la finca y de la tierra arable disponible. Requiere un espacio pequeño para almacenar la cosecha.

Cuando se usa la maquinaria adecuada se reducen las pérdidas por cosecha y manipuleo del material; asimismo, permite la utilización de gran variedad de equipo y maquinaria para su preparación y manejo.

- Asegura durante todo el año el suministro de alimentos succulentos de calidad uniforme; permite la utilización del exceso de producción del forraje en el invierno, aumenta la capacidad de carga y la producción de leche o carne por hectárea.
- Los cultivos enmalezados pueden dar un buen ensilaje. Las semillas de especies indeseables suelen morir durante la fermentación. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

La planeación es un recurso del que se puede disponer antes de iniciar con cualquier actividad con miras a la producción de silaje de maíz. Esta planeación nos permitirá determinar las necesidades de silaje más aproximadas, así como, la extensión de terreno para cultivar, evitando el cultivo de grandes extensiones de tierra que no se pueda almacenar o lo contrario cultivar menor extensión de terreno que no satisfaga las necesidades del hato. En ambos casos se corre el riesgo de una mayor inversión. (Farías, M.J. 2010)

1.4 Tipos de silo

Un silo es una estructura diseñada para almacenar grano y forrajes, y otros materiales a granel. Los silos más comunes para la conservación de forrajes son los silos torre, bunker o trinchera, entre otros; los silos subterráneos y de fosa que son poco utilizados. Durante los últimos años se han desarrollado algunos fabricados básicamente de plástico; silos desechables de plásticos y silos de compresión al vacío; los cuales requieren de poca mecanización, se pueden hacer en cualquier parte de la explotación y permite conservar grandes cantidades de forraje hasta raciones individuales. Consideraciones referidas a su localización, cualidades y materiales de construcción. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

1.5 Silos de búnker y/o silos trinchera

Son hechos generalmente de hormigón que se llenan de forraje y se comprimen con tractores y máquinas de carga. Su costo es bajo y son durables y convenientes para operaciones muy grandes. La trinchera se rellena y se recubre con hules gruesos para sellarlos herméticamente una vez terminado su llenado, evitando la entrada de agua y aire que son perjudiciales para la preservación del forraje. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

Los silos bunker se construyen a nivel del suelo y consisten en dos paredes inclinadas y un piso, que se construyen de concreto o de otro material de recubrimiento adecuado (madera). Los silos trinchera consisten en una zanja o trinchera hecha en el suelo, con uno o dos extremos abiertos para permitir el paso de maquinaria, las paredes pueden quedar sin revestir o pueden construirse con materiales ordinarios como madera o bloques de concreto.

Los silos trinchera o silos bunker son esencialmente estructuras del mismo tipo excepto que el primero queda bajo la superficie del suelo y el segundo sobre el nivel del suelo. La construcción de los silos trinchera son de bajo costo, reducen las pérdidas por escurrimientos pero hay mayores pérdidas del material ensilado por descomposición debido a un área de mayor exposición y contacto con la tierra. (Delorit, J.R. y Ahlgren, L.H. 1983)

1.6 Materiales para la construcción del silo

Los materiales utilizados para la construcción de silos permanentes son muy variados: Tabique, piedra, ladrillo, cemento armado, bloques de cemento, madera, metal, mallas y láminas metálicas. En los silos temporales se utilizan láminas, madera, bolsas, películas de plástico, bolsas dobles, etc. Son recomendables los materiales propios de la región. (Chaverra, H. y Ensse, J.G. 2000)

1.7 Localización del silo

El lugar para localizar el silo debe ser tierra firme con buen drenaje. Para seleccionarlo hay que tener en cuenta el tiempo requerido para el transporte del material al silo y de este al lugar de alimentación de ganado; la disponibilidad del equipo para extraer el ensilaje y su transporte a los comederos. No es recomendable construirlos cerca de lugares de habitación. y de ordeño, por malos olores asociados con un proceso de ensilaje de mala calidad.(Chaverra, H. y Ensse, J.G. 2000).

1.8. Proceso de ensilaje de Maíz

El ensilado consiste en la conservación de forrajes frescos (estado verde), con el elevado contenido de humedad, en reservorios especiales denominados silos, al abrigo del oxígeno, la luz y la humedad exterior; debido a esto ocurren una serie de transformaciones bioquímicas que definen su calidad (Hiriart, 1984).

Para Lograr un buen silo de maíz es necesario obtener la mayor cantidad de sustrato degradable de sus componentes. Todo comienza con la elección del híbrido y las decisiones que se adopten al momento de la siembra (densidad de siembra, tratamientos de fertilización, métodos de cultivo etc.), pero el éxito también depende de factores posteriores, que van desde el momento de la cosecha hasta la correcta administración del silaje a los animales. (Hiriart, 1984).

1.9. Elección del híbrido a utilizar

Sabido es que lo óptimo y unánimemente aconsejable es cosechar con un nivel de Materia Seca (MS) en planta igual al 30/35%. Por ello, debemos considerar la participación de cada uno de los componentes de la planta sobre el peso total, dato que surgirá del híbrido y el ciclo que se adopte. Así, en ciclos largos, la participación del tallo como componente del peso total es mayor, quedando en segundo lugar las hojas. En híbridos de ciclo más corto, en cambio, la partición de

la MS es diferente, ocupando las hojas mayor proporción que el tallo.

La selección del material genético que se sembrará es fundamental, ya que puede influir en el resultado final de tres maneras: 1) rendimiento del material cosechado (ton MS/ha), 2) contenido de grano del forraje cosechado (en el caso de maíz) y 3) digestibilidad del forraje.

El contenido de grano puede variar significativamente entre híbridos en una etapa similar de madurez. El porcentaje de grano puede variar de 20 a 50% del total del forraje cosechado (en base seca). Igualmente existen diferencias en la digestibilidad de la fibra, de manera que la selección del material genético adecuado deberá hacerse no sólo en base a su rendimiento potencial, sino también tomando en cuenta en la calidad del forraje que se podrá producir

Sabemos que el grano es la parte que tiene mayor valor nutritivo (su contenido es, fundamentalmente, almidón, y se digiere en más de un 90%). El grano ensilado es el que logra mayor degradabilidad ruminal del almidón.

Por lo tanto, si el 30% o 35% de la MS la obtenemos en forma de grano, mayor será la energía y el valor nutritivo de nuestro silo. Sin embargo, no basta con lograr una buena cantidad de grano, pues es esencial tener en cuenta la digestibilidad del resto de la planta. En efecto, si el resto es poco digestible, se opacan considerablemente los beneficios logrados con la cantidad de grano obtenida.

Es importante pues elegir un híbrido que redonde en mucho grano (30 y 35% MS), tallo resistente y mayor cantidad de follaje. Es menester lograr una buena calidad total de la planta, considerando que el éxito del silo depende del 100% de la materia ensilada y que ésta, apuntando a lo óptimo, estará representado por una presencia de grano en 30 y 35 % y de planta un 60% a 65% de forraje.

Corresponde tener en cuenta que la fertilización nitrogenada mejora la producción de forraje y la calidad del maíz. (Hiriart, 1984)

1.9.1 Cosecha y Picado

Su época, tiempo y proceso son decisiones importantes pues determinarán el contenido de humedad o la digestibilidad del silaje.

El punto ideal será aquél en el cual obtengamos mayor cantidad de material digestible en toda la planta, razón por la cual se debe cosechar cuando la planta alcance su mejor estado de madurez y eso se determina cuando el grano de maíz se encuentra en estado lechoso , al momento de pincharlo con la uña manualmente .

Se aconseja lograr un picado fino para promover la liberación de azúcares y facilitar la compactación. Utilizando picadoras de precisión con cabezal de recolector en hileras y trabajar con un tamaño de picado uniforme de 1.5 cm a 3.5 cm como máximo se podrá obtener una buena compactación del ensilaje. (Hiriart, 1998)

1.9.2 Llenado del silo.

Se realiza mediante capas de forraje picado, cuya altura puede variar entre 60 y 80 cm., en cada capa se debe esparcir los aditivos preparados procurando una buena mezcla. Luego de esparcido el forraje se debe apisonar con tractor para producir una buena compactación así como para expulsar la mayor cantidad de aire que se encuentre en los cortes picados para después agregar el o los aditivos y así sucesivamente hasta obtener el llenado total del silo.

La velocidad del llenado del silo puede determina la calidad del producto obtenido; cuando los llenados se hacen rápido disminuye el tiempo de exposición del forraje al aire, con esto se disminuyen las pérdidas por respiración y se acorta la fase aeróbica del proceso. El silo se debe llenar en tres días o un máximo de cinco para ser sellado. (Hiriart, L.M.1998)

1.9.3 Sellado del silo

El silo se debe sellar inmediatamente después de su llenado mediante una cubierta generalmente de plástico resistente; para asegurar el aislamiento de su parte superior tanto al agua como al aire, y reducir la incidencia de fermentaciones aerobias desfavorables. La cubierta debe ser aplicada íntimamente sobre el ensilado para evitar la formación de bolsas de aire y el abombamiento por el viento. Para ello, es necesario que la parte superior del ensilado sea uniforme y tenga una forma cóncava que además facilite el escurrido del agua de lluvia hacia el exterior, evitando que caiga sobre la superficie. Es importante colocar algún material disponible como: tierra, llantas viejas, madera, etc. sobre la superficie, con la finalidad de que exista una presión extra de compactación y evitar que el plástico o lona se vuele o deteriore por acción de los rayos solares. (Hiriart 1998)

1.9.4 Fermentación

Antes de la cosecha del cultivo que se va ensilar; los microorganismos de importancia (*Lactobacillus*: bacterias formadas en el ácido láctico) están presentes en muy poca cantidad, pero después del tapado de silo las bacterias multiplican rápidamente utilizando como fuente de energía la glucosa y otros azúcares que tienen los forrajes; transformándolos, en ácidos orgánicos o volátiles, como el acético, propiónico y el butírico y no volátiles como el ácido láctico; La velocidad del incremento de este tipo de bacterias y la producción de los ácidos antes mencionados está estrechamente relacionada con el tipo de material ensilado y principalmente con su contenido de carbohidratos y con el nivel preciso de acidez en la cual se suspende la acción de bacterias productoras de ácido butírico (pH inferior a 4.2).

Cuando ocurre un crecimiento deficiente del *Lactobacillus*, debido a una inadecuada acidez para su desarrollo y a deficiencias de carbohidratos fácilmente fermentables, asumen mayor importancia las bacterias que deterioran el ensilaje. Inicialmente proliferan las que utilizan azúcares y producen ácido butírico. Este

ácido es más débil que el ácido láctico y que el acético; y que al desdoblarse libera, CO₂ e incrementa el pH del ensilaje.

El patrón de fermentación y su extensión o duración depende principalmente de la cantidad de agua en la planta; la cantidad de sustrato fermentable, es decir; carbohidratos solubles en agua (azúcares), y de la capacidad de las plantas para amortiguar la reducción de pH causada por la fermentación.

El agua y los sustratos interactúan en los procesos de fermentación. En cultivos relativamente secos, la duración de la fermentación es menor que la de los cultivos con alto contenido de humedad. A medida que se reduce la cantidad de agua libre, cesa la actividad bacterial, aunque no estén completamente fermentados los carbohidratos solubles. (Stefanie; Driehus y Sierk. 2004)

I .9.5 Etapas de fermentación en el proceso de ensilaje

El silaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda a diferencia de la henificación (fardo o rollo) donde la conservación del material se produce a partir de una deshidratación previa. (Bertuía y col, 1993)

Este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). El objetivo es conservar el valor nutritivo de la planta verde, a través de distintos procesos químicos-biológicos que se producen en el material ensilado.

En estos procesos se producen pérdidas (de efluentes -escurrimiento de líquidos-, destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS), entre otros componentes); por ello y en la medida que estas fases -químicas y biológicas- se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el momento oportuno, tamaño del picado adecuado, corte y picado , compactación rápida, sellado hermético del silaje, etc.) se puede obtener un material ensilado cuya calidad es ligeramente inferior al cultivo verde antes de ensilar. Es importante aclarar que no existe ningún tipo de conservación que mejore la calidad del forraje verde original, de ahí la importancia de cuidar todo el proceso enzimático-fermentativo con el objetivo de alcanzar un silaje de alta calidad.

Los cambios en el forraje verde se inician a partir del momento que se corta (fase enzimática), continuará en el silo en dos etapas, primero durante la fase aeróbica (con oxígeno) y finalmente, con la fase anaeróbica (sin oxígeno). (Fernández, 1999)

Fase enzimática

Desde el mismo momento que el forraje es cortado comienzan a actuar enzimas propias del vegetal, hidrolizando parte de las proteínas verdaderas, del almidón, de los CHOS y de la hemicelulosa, causando pérdidas de distintos órdenes y generando azúcares que serán usados durante la fermentación láctica. (Muck, 1988)

Generalmente, la reducción de la hemicelulosa es baja, mientras que las proteínas pueden sufrir cambios muy importantes por la acción de las enzimas proteolíticas. Estas enzimas pueden convertir a parte de las proteínas verdaderas de la planta verde en nitrógeno proteico-péptido y aminoácidos libres (AA) y nitrógeno no proteico (NNP). En cambio, por la actividad de los microorganismos (MO) estas sustancias proteicas son reducidas a amonio y aminas. (Muck, 1988)

Además, estas enzimas producen pérdidas en la materia seca (MS) y en el valor energético del silaje, al reducir la disponibilidad de CHOS. Afortunadamente, las enzimas de las que hablamos, son muy sensibles al descenso brusco del pH cuando se acidifica el material (Viviani Rossi, comunicación personal). (Fernández, 1999)

Fase aeróbica

Luego del picado y ensilado, las células del vegetal continúan respirando hasta que consumen todo el oxígeno del aire presente en la masa ensilada. Durante esta etapa, gran parte de los carbohidratos no estructurales, en especial el almidón, son transformados en azúcares simples (glucosa y fructosa). Posteriormente, estas sustancias son utilizadas por los M.O. que se encuentran en la superficie del vegetal (bacterias, mohos, levaduras), generando ácidos grasos volátiles (AGV), otros compuestos orgánicos y gases. (Bertoia y col, 1993)

Simultáneamente, durante este proceso respiratorio se produce calor, agua y dióxido de carbono, el cual desplaza al oxígeno atrapado en el forraje ensilado.

Cuanto más rápido se elimine el oxígeno, generalmente en 4 a 6 horas de finalizado el ensilado, menor es la reducción de los carbohidratos solubles (CHOS) y la producción de calor; y menor es el tiempo que transcurre hasta que se generen las condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos.

Sin embargo, cuando las condiciones de trabajo son inadecuadas, picado del cultivo demasiado seco, pobre compactación, picado largo, llenado lento, no tapado del silaje, etc., la fase aeróbica puede durar varios días. Esto ocasiona pérdidas significativas de azúcares junto con el deterioro en la calidad final del silaje. (Fernández, 1999)

En estas condiciones, se produce una temperatura inicial mayor de 37°C (silaje atabacado de color marrón) que afecta la fermentación y aumenta la cantidad de nitrógeno que queda insoluble junto a la fracción de fibra de detergente ácido (FDA), y obviamente, menor será el valor nutritivo del mismo. Sin embargo, cuando el llenado del silo se realiza en forma rápida y se compacta bien el material, los pérdidas de azúcares, producto de la hidrólisis del almidón, normalmente no son importantes. (Muck, 1988)

Además, cuando ingresa aire al silaje (cobertura no hermética, excesiva exposición del silaje a la intemperie) se favorece el crecimiento de mohos y levaduras (color blanquecino). Esto ocasiona una menor palatabilidad del material, incluso se pueden producir trastornos en la salud de los animales (la aflatoxina producido por el *Aspergillus flavus*).

En la fase anaeróbica, los CHOS representan el mejor sustrato para el desarrollo de los M.O., en especial las bacterias lácticas, que a través del ácido láctico, permiten la estabilización final del silaje. Esto significa que en un material ensilado y estabilizado la presencia de CHOS prácticamente es nula. (Fernández, 1999)

Fase anaeróbica

Durante la fase de anaerobiosis desarrolla un complejo microbiano que consume los jugos celulares liberados por la planta, especialmente los azúcares. En una primera etapa predominan las bacterias coliformes o enterobacterias, productoras de ácido acético (olor a vinagre), alcoholes y gas carbónico.

Posteriormente a estas bacterias coliformes, desarrollan las bacterias lácticas. En todos los casos estos complejos microorganismo (M.O.) consumen diferentes cantidades de azúcares solubles del medio.

Durante la fase de anaerobiosis desarrolla un complejo microbiano que consume los jugos celulares liberados por la planta, especialmente los azúcares. En una primera etapa predominan las bacterias coliformes o enterobacterias, productoras de ácido acético (olor a vinagre), alcoholes y gas carbónico.

Posteriormente a estas bacterias coliformes, desarrollan las bacterias lácticas. Las bacterias lácticas se dividen en homofermentativas y heterofermentativas. Las primeras, fermentan a los azúcares en ácido láctico (exclusivamente), mientras que las segundas, generan ácido láctico, ácido acético y alcohol. (Fernández, 1999)

La temperatura adecuada para el crecimiento de los microorganismos (M.O) productores de ácido láctico, varía entre 20° y 37°C.

Cuando el pH es elevado aumenta la producción de acético y en la medida que éste descende, el láctico se convierte en el producto dominante, siempre y cuando sea adecuado el nivel de azúcares en el forraje (maíz y sorgo). En cambio, en los silajes de pasturas (gramíneas y leguminosas) pueden desarrollar otras fermentaciones secundarias que alteran la calidad final, como las que generan ácido butírico (olor rancio) y aminos (olor putrefacto). (Fernández, 1999)

1.9.6 Cambios químicos que ocurren en el proceso del ensilaje

En el forraje existen tres grupos de compuestos vulnerables a los cambios químicos durante el proceso de ensilaje.

- Carbohidratos
- Ácidos orgánicos y sus sales
- Compuestos nitrogenados incluyendo proteínas y aminoácidos

Carbohidratos

Los microorganismos requieren una solución acuosa para su supervivencia y multiplicación; por lo tanto, los carbohidratos solubles son una buena fuente importante de energía para los microorganismos que producen la fermentación del ensilaje.

Los principales carbohidratos solubles presentes en el forraje son glucosa, fructosa y sucrosa. Se han detectado otros azúcares pero su actividad no es significativa. Estos azúcares se hidrolizan rápidamente originando compuestos más simples.

En el forraje recién cortado, y como resultado de la actividad enzimática, los carbohidratos no estructurales son rápidamente hidrolizados a sus componentes más simples. Estos compuestos especialmente la fructosa y la glucosa, son la principal fuente de energía para las bacterias. Las reacciones que se presentan dependen de cuáles bacterias, homofermentativas y heterofermentativas, predominan en el silo después de establecidas las condiciones anaeróbicas. (Chaverra, H. y Ensse J.G.2000)

Ácidos orgánicos

Estos compuestos tienen una gran influencia en las reacciones que se presentan en el ensilaje, afectan negativamente la eficiencia del proceso debido a la capacidad buffer que tiene.

La capacidad buffer de los ácidos orgánicos es mayor en el rango de pH, del ensilaje fermentado, es decir, pH 4.0 y 6.0. En la capacidad buffer de las distintas especies forrajeras influyen la época y el estado de madurez de la planta. (Chaverra H. y Ensse J.G.2000)

Sustancias nitrogenadas

Del total de sustancias nitrogenada del ensilaje, entre el 70% y 95% del ensilaje tienen forma de proteína. Las sustancias restantes están representadas por aminoácidos, clorofila, aminos y péptidos de bajo peso molecular. Los nitratos se encuentran en cantidades que dependen de la cantidad de fertilizante aplicada al cultivo.

Los aminoácidos predominantes en el forraje son ácido glutámico y arginina, aunque también existen cantidades significativas de lisina, ácido aspártico, alanina, glicina. Estos aminoácidos parece que son poco afectados por el desarrollo de la planta, la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado a la planta.

La proteólisis continúa durante el proceso de ensilaje. La cantidad de proteína desdoblada depende de la rapidez con que se establezcan las condiciones de acidez en la masa del silo; de tal manera, cuanto más rápido se acidifique el ensilaje, mejor se conserva la proteína. Esta ha sido la base técnica para aplicar ácidos minerales como aditivos a los ensilajes. (Chaverra, H. y Ensse J.G.2000)

Pigmentos

En el ensilaje ocurre un cambio notable de color, de verde a un café oscuro; resultado de la acción de los ácidos sobre a clorofila, que tiene como resultado final un compuesto libre de magnesio de color diferente al verde.

El caroteno, un precursor de la vitamina A, que se destruye parcialmente durante el proceso. En el ensilaje de buena calidad la pérdida de este pigmento es inferior al 30%; en ensilajes de mala calidad puede ser total. Las pérdidas del caroteno se incrementan con la adición de ácidos minerales o con la entrada de aire al silo, que aumenta la respiración de aire a la masa del forraje, por lo tanto, aumenta la temperatura. Las mayores mermas se presentan a temperaturas entre 60 y 70° C. (Chaverra, H. y Ensse J.G.2000)

1.9.7 Restricciones del ensilaje de maíz

El ensilado del forraje es un método de conservación biológico ampliamente utilizado en la alimentación del ganado, sin embargo, existen varios riesgos que hay que delimitaren su uso:

- Riesgo de botulismo : relacionado con la posible presencia de cadáveres de animales en las balas de forraje o en el silo.
- Riesgo de intoxicación por toxinas fúngicas o bacterianas: Es un riesgo para los animales que consumen los productos de un ensilaje mal hecho (por ejemplo: las aflatoxinas).
- Riesgo de listeria en ensilado mal acidificado que permite el desarrollo de la bacteria
- Riesgo de producción de etanol tóxico para los rumiantes, por lo general después de una fermentación alcohólica permitida por el incorrecto sellado del silo o la lámina de plástico. (Bertuia L.M., 2004)
- Riesgo por algunas sustancias tóxicas que pueden ser constituyentes originales del forraje o resultar del tratamiento previo tanto del cultivo como del ensilaje, sustancias a las que no les afecta el proceso de fermentación, conservándose sin perder su capacidad tóxica o puedan también ocurrir como resultado de reacciones químicas y microbiológicas antes o durante el proceso de ensilaje, como las toxinas resultantes de la acción de microorganismos, pueden afectar tanto al hombre como a los animales, especialmente las llamadas micotoxinas. (Chaverra, H. y Ensse J.G.2000)

1.9.8 Destapado del silo de maíz

Después de 25 a 30 días de haber sido tapado el silo, el proceso de fermentación ha terminado y el producto ensilado es apto para ser utilizado en la alimentación de animales. Sin embargo el cierre hermético de un silo permite conservar la calidad del forraje durante años. El silo se debe abrir por una de las dos puntas, sacar lo necesario procurando hacerlo en cortes rectos y volver a sellar y así sucesivamente. (Revista mundial zootecnia 1988)

Cuando un silaje es abierto para ser suministrado en la alimentación del ganado y permanece demasiado tiempo en esas condiciones o cuando ingresa aire, por errores en el tapado, los hongos y levaduras comienzan a activarse nuevamente, degradando los azúcares en dióxido de carbono, agua y calor. Esto ocasiona pérdidas importantes y la producción de micotoxinas, que además de ser causantes de enfermedades en los animales reducen la respuesta productiva de ellos. (Bertuia, L.M. 2004)

1.9.9 Propiedades organolépticas

Las características organolépticas que se debe de observar en el material ensilado después del destape como el color, olor, sabor y textura pueden constituir un criterio subjetivo para evaluar los silajes. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Diferencias organolépticas según el tipo de silaje de maíz

<u>Tipo de ensilaje</u> (Ejemplo, Maíz)	<u>Color</u>	<u>Olor</u>	<u>Textura</u>	<u>Sabor</u>
Bien fermentado	Castaño claro o verdoso	agradable avinagrado	No se desase con facilidad, masa compacta, firme	Amargo y picante
Sobre calentamiento o caramelizado	Marrón intenso no hay tonalidades verdosas	Atabacado agradable	Trozos de desprenden con facilidad del silaje	Dulce
Butírico (fermentación clostridial)	Amorronado, verde opaco	Manteca rancia desagradable	Blanda, Trozos que se desprenden con facilidad del silaje	Desagradable
Pútrido (fermentación clostridial)	Verde oscuro a negro	Desagradable a amoníaco	Blanda mucilaginosa	Muy desagradable
Alcoholizado (fermentación dominada por levaduras)	Amorronado, verde opaco	Alcohol	Trozos que se desprenden con facilidad del silaje	Alcoholizado
Mohoso	Oscuro con manchas blancas	Rancio	Muy floja	Muy desagradable

Fuente: Miller, (1997) Citado por Chaverra y Ensse, 2000

1.10 Aditivos

Los aditivos son cualquier sustancia o mezcla de sustancias, productos y subproductos de origen orgánico o inorgánico que se añaden a los forrajes durante la preservación y que directa o indirectamente modifican sus

características físicas, químicas o biológicas, mejorando la palatabilidad y/o el valor nutritivo. (Marshall y col Mc Culloug, 1982.)

En general los aditivos se utilizan para:

- 1) Acelerar la acidificación del ensilado, al frenar la degradación del forraje, para lo cual se usan ácidos orgánicos, como el fórmico; ácidos inorgánicos como el fosfórico y sulfúrico.
- 2) Servir de sustrato y fuente de energía a los microorganismos, al facilitar la fermentación, para la cual se hace uso de: granos molidos, melazas, remolacha, (subproducto de la industria azucarera como que se utiliza para la alimentación del ganado) etc.
- 3) Aumentar la proteína, como en el caso de la adición de urea o ensilajes de alta energía como el maíz.
- 4) Controlar poblaciones de microorganismos indeseables y proteger las proteínas, para lo que se utilizan los formaldehídos.
- 5) Retener jugo de escurrido de alto valor nutritivo, al usar coqueta seca de remolacha (subproducto de hojas de remolacha azucarera que se utiliza para la alimentación del ganado en época invernal), esquilmos agrícolas picados y tratados como pajas y rastrojos. Estos mismos insumos pueden utilizarse cuando el producto a ensilar rebasa el 70% de humedad.
- 6) Aumentar el consumo por parte de los animales, para lo cual a veces se usan saborizantes para mejora la palatabilidad y por ende la ingesta diaria. (Marshall y Mc Culloug, 1982)

1.10.1 Aditivos utilizados en el proceso de ensilaje. En el proceso para el ensilaje de gramíneas se pueden agregar sustancias o materiales que son llamados aditivos, que mejoran el silaje y su preservación, reduciéndose las pérdidas de nutrientes, previenen el deterioro del material ensilado y favorecen la fermentación láctica, mediante el mantenimiento de los carbohidratos solubles fácilmente fermentables, corrigiendo el exceso de humedad del material ensilado

Impidiendo la formación de hongos y proliferación de bacterias del genero clostridium y otras, que son indeseables y perjudican al proceso normal de fermentación anaeróbica provocando putrefacción del forraje en tratamiento.

La adición de estas sustancias o materiales facilita la predicción aproximada de la calidad del material ensilado ya que de otra manera no podría valorarse hasta que el periodo de ensilaje se complete y se habrá el silo. La toma de muestras para determinar la bondad del proceso, no permite la aplicación de ningún correctivo si el proceso de fermentación anda mal.

La adición de aditivos en el proceso del ensilaje del maíz, nos garantiza una calidad final en el ensilaje, ya que no podemos valorar la calidad del almacenamiento durante el proceso de fermentación hasta que se habrá el silo. En nuestro medio agropecuario han sido utilizados la melaza, urea, y una mezcla de minerales y melaza, los subproductos de molinería y algunos Inoculantes bacterianos y enzimáticos. Las variaciones en las cantidades recomendadas varia en función de la naturaleza del producto a ensilar. Los aditivos pueden aplicarse directamente al material a ensilar, de manera uniforme tomando en cuenta el sistema de elevación del silo, para asegurar una buena distribución del productos. Los aditivos se pueden clasificar en productos y/o sustancias que estimulan la fermentación láctica aumentando el sustrato fermentable o creando condiciones adecuadas (bajo pH) para lograr una rápida estabilización y por lo tanta menores pérdidas. Otros en cambio, actúan inhibiendo las fermentaciones secundarias (Clostridium sp.) que dañarán la calidad final del silaje.

Debe recordarse que ningún aditivo puede substituir un buen manejo del proceso de ensilaje. Por ejemplo, ningún aditivo puede cancelar los efectos negativos de una mala fermentación de los forrajes tropicales causados por cubiertas plásticas permeables al oxígeno, o por un almacenamiento prolongado a temperaturas sobre los 30°C. (Muhlbaça, R.F. 1999).

Tabla No.1 Clasificación de los aditivos por su acción en el proceso de silaje.

Tipo de aditivo	Ingrediente activo típico	Comentarios
Estimulantes de fermentación	BAC	Puede afectar la estabilidad aeróbica
	Azúcares (melaza)	
	Enzimas	
Inhibidores de fermentación	Acido fórmico*	Inhibición de clostridios
	Acido láctico*	
	Ácidos minerales	
	Nitritos	
	Sulfitos	
	Cloruro de sodio	
Inhibidores de deterioro aeróbico	BAC	
	Acido propiónico*	
	Acido benzoico*	
	Acido sórbico*	
Nutrientes	Urea	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Amoníaco	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Minerales	
Absorbentes	Pulpa seca de remolacha azucarera	
	Paja	

Fuente: Miller, (1997) Citado por Chaverra y Ensse, 2000

I.10.2 Aditivos que estimulan la fermentación láctica

Los microorganismos que estimulan la fermentación láctica, son bacterias inactivas que se reactivan al hidratarse. Estas bacterias son homofermentativa heterofermentativas (*Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Enterococcus sp.*) estimulan la producción de ácido láctico que ayuda a disminuir el pH del silo rápidamente lo que resulta en una fermentación más eficiente y limitan el crecimiento de bacterias indeseables. El silaje de maíz tiende a tener grandes cantidades de bacterias lactogénicas en forma natural, por lo que la utilización de este tipo de

aditivos no es tan efectiva. Para que las bacterias actúen también es necesario un alto contenido de azúcar en la planta. Las enzimas son también aditivos que estimulan la fermentación láctica; Como la celulosa, hemicelulosa, xilanas, amilasa o pectinasa, estas desdoblan los carbohidratos complejos de las plantas y producen carbohidratos simples para que sean aprovechados por las bacterias productoras de ácido láctico. Comúnmente las enzimas se utilizan con los microorganismos lacto génicos. También disminuyen la cantidad de pared celular de la fibra de por lo que mejoran la digestibilidad del forraje.

El agregado de fuentes ricas en carbohidratos favorece el crecimiento de las bacterias lácticas, siendo particularmente importante en cultivos de leguminosas y pastos, los cuales presentan deficiencias en carbohidratos (5-6 % de la MS).

Dentro de los posibles productos a usar es la melaza (700 a 750 gramos por kilo de materia seca de forraje) y los granos de cereales (maíz, sorgo, avena, trigo, entre otros). Estos últimos, además de proveer un buen aporte de CHO reducen las pérdidas por efluentes líquidos al aumentar el contenido de materia seca de la masa ensilada. La cantidad de grano a usar depende del tipo de cultivo a ensilar y del tipo de cereal, variando entre 30 a 55 kg de grano por tonelada de forraje verde. (Bruno, 1997)

1.10.3 Aditivos que inhiben las fermentaciones indeseables

Entre ellos se destaca el ácido fórmico, que favorece el descenso del pH e inhibe a las bacterias que promueven fermentaciones secundarias que atentarán con la calidad final del silaje. En Inglaterra, es usado en silajes de gramíneas en una proporción cercana a 2 litros por tonelada de forraje. En cambio, en Argentina se obtuvieron resultados satisfactorios con una dosis menor, cercana al 0.5 l/Ton base forraje verde de alfalfa y pasto ovillo.

Otros productos como la formalina, meta bisulfito de sodio, etc., actúan directamente sobre las bacterias indeseables. Mientras que el ácido propiónico además de tener una acción sobre los hongos y mohos que se puedan desarrollar en el silaje, evita el deterioro del material cuando es expuesto al aire y reduce la formación de amonio en silajes de leguminosas y de gramíneas, estimulando el

crecimiento de las bacterias lácticas al disminuir rápidamente el pH, tiene, sin embargo, como factores adversos su alta corrosibilidad de los metales (cortapicadora) y su alto costo representa su principal limitante en su utilización. (Bruno, 1997)

1.10.4 Aditivos que inhiben el deterioro aeróbico

Es obvio que para impedir el deterioro aeróbico será preciso inhibir la actividad y desarrollo de los organismos responsables de este deterioro, y muy especialmente de aquellos que dan comienzo a este proceso (p. ej. levaduras y bacterias que generan una fermentación acética). Algunos aditivos útiles para este propósito incluyen varios ácidos grasos volátiles, como el propiónico, y otro tipo de aditivos biológicos, provenientes de microorganismos como lacto bacilos y bacilos que son capaces de producir bacteriocinas.

Los ácidos grasos volátiles, como propiónico y acético, son mejores inhibidores de levaduras que el ácido láctico, y que mezclas de ácidos lácticos y propiónico o acético muestran efectos sinérgicos en su poder inhibidor. (Woolford, 1975; McDonald et al. 1991; Phillip y Fellner, 1992; Moran et al. 1993; Weeinberg y Muck, 1996)

1.10.5 Aditivos utilizados como nutrientes.

Ciertos cultivos muestran deficiencias en algunos componentes nutritivos esenciales para una buena dieta para rumiantes. Al suplir los elementos deficitarios con un aditivo en el momento de ensilar se mejora el valor nutritivo del forraje. Los aditivos empleados con este propósito incluyen el amoníaco y la urea que permiten aumentar el contenido en proteína, bruta y verdadera, del ensilaje, y la cal y el $MgSO_4$ que aumentan el contenido de calcio y magnesio. Si bien estos últimos aditivos no tienen efecto benéfico alguno en la fermentación, la urea y el

Amoníaco pueden mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje. (Glewen y Young, 1982; McDonald, 1991)

La incorporación de ingredientes ricos en elementos fácilmente fermentables tales como el azúcar o la melaza a substratos provistos por forrajes con valores bajos de MS y de azúcares, permite mejorar la fermentación del ensilaje. En general, los granos y sus subproductos industriales como el maíz o la harina de sorgo, el salvado de arroz, la harina de yuca, la pulpa de citrus y otros también pueden ser usados como aditivos, en parte para suplir un substrato fermentable, pero también para influir sobre la evolución de la fermentación al absorber el exceso de humedad. Para optimizar su eficacia y reducir las pérdidas de nutrientes en el efluente, deben usarse en tasas relativamente altas (aspirar a obtener un contenido >25 % de MS de la mezcla) y efectuar una buena mezcla con el forraje picado; esto requiere mano de obra extra y equipo apropiado. Este tipo de aditivo puede estar disponible en forma estacional y sólo en ciertos lugares. Pero al evaluar la rentabilidad de su empleo se debe considerar el efecto positivo que tienen al mejorar el valor nutritivo del ensilaje. (Henderson, 1993)

1.10.6 Aditivos utilizados como absorbentes

Los absorbentes son empleados para forrajes con alto contenido en humedad para evitar pérdidas de nutrientes provocadas por un escurrimiento excesivo del ensilaje. La pulpa seca de remolacha azucarera y la pulpa de cítricos han dado buenos resultados. El uso de paja y rastrojos molidos también son útiles, pero tiene el efecto negativo de bajar el tenor nutritivo del ensilaje (McDonald, 1991).

1.10.7 Combinaciones de aditivos

La mayoría de los aditivos comerciales contienen más de un ingrediente activo con lo cual se logra incrementar la eficacia y abarcar un rango más amplio de funciones. Algunas combinaciones muy usadas incluyen inoculantes que estimulan la fermentación láctica homofermentativa junto con enzimas que

permiten liberar ciertos azúcares, o combinaciones que permiten la fermentación y deterioro de sustancias inhibidoras como el ácido fórmico, sulfitos y ácido propiónico. Actualmente se trabaja en la obtención de nuevos aditivos que disminuyen el efecto negativo de la fermentación láctica homofermentativas sobre la estabilidad aeróbica. Ya se han obtenido resultados promisorios que combinan productos homofermentativos y heterofermentativos facultativos del grupo BAC (bacterias productoras de ácido láctico) con reactivos como el amoníaco benzoato de sodio o combinando BAC heterofermentativos facultativos con *L. buchneri* heterofermentativo obligatorio. El ácido propiónico y sus mezclas con otros ácidos como el acético son usados para reducir las pérdidas por fermentaciones secundarias durante la apertura del silo y para mejorar la vida del mismo. Ambos ácidos inhiben el desarrollo de hongos y levaduras. El propiónico es un inhibidor más fuerte, sin embargo es considerablemente más caro que el acético. Como resultante, la mezcla de los 2 ácidos ayuda a reducir los costos del aditivo.

Estos productos pueden ser agregados durante el ensilado, a razón de 0,2 al 1% del peso fresco. No se debe aplicar con menores dosis, ya que reducen su efectividad. A menudo, estos aditivos son usados cuando se comienza a extraer el silaje y existe calentamiento del material ensilado, ya sea en el silo o en los comederos. En tales casos, el producto es pulverizado en la cara del silo.

Se debe tener presente que no prevendrá las pérdidas por desperdicio dentro del silo, pero reducirá la tasa de fermentación secundaria y ayudará a mantener el silaje frío en la cara expuesta. Cuando el silaje se sobrecalienta durante la extracción, es importante usarlo lo más rápido posible para minimizar las pérdidas justamente por respiraciones secundarias. (McDonald, 1991)

Aditivos	Efectos	Uso
Melaza	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a reducir el pH, la producción de nH y el nitrógeno volátil. • Mejora la producción de ácido láctico. • Favorece la producción de ensilajes más estables, con mejores características de olor, color y sabor. • Mejora las respuestas de la producción animal. • Mejora la digestibilidad y el valor nutritivo. • Coadyuva en el aprovechamiento de la urea. • Promueve la rápida fermentación del ácido láctico. • Conserva un poco del caroteno que contiene la planta verde. • Produce el mismo efecto que los aditivos ácidos. • Mejora el patrón general de fermentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se disuelve en agua para evitar el aumento de la humedad en el forraje. • Su eficiencia es mayor cuando los forrajes contienen entre el 22 y 28% de MS. • Se adiciona al material a medida que se carga el silo, diluida en un peso igual de agua. • En función de la planta y su estado de madurez. • Pastos con 80 y 5% de humedad 50kg/ton de forraje seco. • Pastos con humedad menor de 70 a 75%: 15 a 20 kg/ton de forraje verde. • Promedio para leguminosas 40 kg / ton de forraje verde. • Promedio para gramíneas 20 kg/ton de forraje verde. • Si la humedad es de 75%: 5 a 7 kg diluidos en agua + 100kg de grano/ton de forraje verde. • Gramíneas y leguminosas jóvenes: 5 a 12 kg + 50 a 100 kg de grano/ton de forraje verde.
Urea	<ul style="list-style-type: none"> • Retarda la acidez de los primeros días del ensilaje y la formación de ácido acético. • Disminuye la humedad. • Incrementa el contenido de proteína. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se agrega en el llenado del silo • Los niveles crecientes aumentan linealmente los valores de pH y la proteína cruda. • Con niveles de 0.5% y 0.7% en el ensilaje del maíz se han obtenido buenas ganancias de peso en el ganado bovino. • Se recomienda de 5 a 7 kg/ton de forraje verde de maíz y sorgo. • Urea mas melaza 10+ 10kg/ton de forraje verde. • Urea mas mineral 20/50%ton de forraje verde.
Granos y subproductos avena molida, cebada, maíz molido con tusa, pulpas secas bagazo de caña, de azúcar, cascara de algodón, paja picada de cereales, mongolla, pulpa de cítricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de azúcar fermentable como sustrato de bacterias. • Absorben el exceso de humedad. • Reducen la percolación o la pérdida de los jugos. • Mejoran la gustosidad. • 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 kg a 150kg / ton de forraje verde • Pulpa fresca de citrus en un 20% para ensilajes de gramíneas. • La mezcla de estiércol y miel se denomina "extramielaje" • La mezcla de estiércol con material agrícola "wasterlage" • El producto final, empleado con un 5% de estiércol "biofermel" • A medida que se incrementa la presencia de estiércol en las mezclas al emplear, se incrementan los carbohidratos solubles en el agua, el porcentaje de fibra detergente ácido y fibra detergente neutro disminuye el contenido de la materia seca.
Estiércol	<ul style="list-style-type: none"> • Con otras materias primas, aseguran mayores condiciones de fermentación y mayor aprovechamiento de nutrientes. • Producen ensilajes apetecibles libres de patógenos y sin olor desagradable. 	

Aditivos	Efectos	Usos
<p>Ácidos minerales diluidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rebajan el PH. • Evitan la pérdida de elementos nutritivos. • A veces el ensilaje resulta demasiado ácido y pierde gustosidad para los animales. • Previene la actividad enzimática de la planta. • Reduce la pérdida de materia seca • Reduce la producción de NH₃ y de nitrógeno volátil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adición al silo de diversas mezclas de ácidos minerales. • Solución de 70 partes de HCL y 30% de H₂SO₄. • Para neutralizar la acidez se adiciona caliza molida u otra forma - adicionar 50g/ cada 10 kg de forraje. • H₂SO₄ + formalina: gramínea 1+2 litros/ton de forraje verde. • Leguminosas 2+3 litros/ton de forraje verde.
<p>Ácidos orgánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acido fórmico • Acido propionico • Formaldehdo • Dióxido de azufre o su sal metasulfito de sodio (pirosal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la proteólisis, disminuye el pH y actúa como bactericida. • Mejora el ensilaje y la respuesta animal. • Mejora ligeramente la digestibilidad. • Puede actuar como descolorante en algunos ensilajes. • Controla la producción de hongos. • Incrementa la presencia de carbohidratos fertilizables • Reduce la proteólisis y el calentamiento de la masa y la formación de otros productos. • Restringe la fermentación. • Disminuye la formación de ácido láctico. • En exceso reduce la digestibilidad de la proteína. • Produce inestabilidad del ensilaje después de removido el silo. • Restringe la fermentación. • Utiliza grandes cantidades de oxígeno • Tiene acción bactericida. • Su efectividad de la materia disminuye cuando la humedad de la materia es mayor del 75%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diluidos en cantidades de 0.25 y 0.50% del forraje fresco o 5kg/ton de forraje verde o 40 a 45 litros de producto en solución por 12% /ton de forraje verde. • Formalina +ácido fórmico gramínea 1+2 /ton de forraje verde; leguminosas 2+3 litros de forraje/ton de forraje verde. • Acido fórmico 85%: gramíneas 2.5, leguminosas 5.0, litro/ton de forraje verde. • Tetra formato de sodio: gramíneas 3.0, leguminosas 6.0 litros/ton de forraje verde. • 0.5 al 2%. • 2 / 4 Kg / ton de forraje verde • 3 a 4kg/ ton de forraje verde

Fuente: Miller, (1997). Citado por (Chaverra, H. y Ensse J.G.2000)

1.10.8 Melaza

La melaza de caña (75 % MS) es un subproducto ampliamente usado para suplir carbohidrato fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes muy maduros y con % de humedad muy bajos (<a 55%). Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla, preferiblemente con un pequeño volumen de agua tibia para minimizar las pérdidas por escurrimiento. Su aplicación en el ensilado, precisa una dosis alta de melaza (4 a 5 %). (Goic 1989)

Como la melaza entrega un sustrato fácil de fermentar para las bacterias lactogénicas. Habitualmente se aplican entre 20 y 40 kg de melaza por tonelada de forraje fresco. Es muy útil para forrajes que tienen poca cantidad de carbohidratos fermentables sobre todo los forrajes con un alto contenido de materia seca. (Muhlbaça, R.F.; y col Ramírez E. 1999)

1.10.9 Enzimas

Las enzimas son una nueva clase de aditivos para silajes. Reducen el contenido de fibra por degradación de las paredes celulares y carbohidratos. Estos aditivos contienen una mezcla de enzimas incluyendo las celulosas, hemicelulosas, pectinasas y amilasas. Algunos productos inoculantes tienen enzimas incluidas en sus formulaciones, aunque la concentración es muchísima menor que los inoculantes enzimáticos propiamente dichos. Este tipo de inoculante fue comercializado al principio con el objetivo de ser usado en silajes de pasturas o leguminosas maduras, los que al reducir el contenido de fibra posibilitan que las pasturas se comporten como si estuvieran en estadios inmaduros. Estos productos reducen el contenido de fibra en gramíneas pero son menos efectivos en silaje de leguminosas. No existe suficiente evidencia para indicar su efectividad en silajes de maíz. Las enzimas trabajan en forma más eficiente cuando el contenido de humedad es superior al 55 %. El límite superior de humedad estará determinado por el grado de escurrimiento, el que dependerá de cada tipo de silo en particular. (Yang, 1999 y Schingoethe, 1999)

La reducción de la fibra afectará el porcentaje de pérdidas de materia seca en forma positiva o negativa según el contenido de humedad del cultivo. Cuando el cultivo está demasiado húmedo, la ruptura de la fibra causará mayores pérdidas por efluentes y por consiguiente de materia seca, además de exponer al forraje a riesgos de ocurrencia de una fermentación de tipo butírica. En el caso contrario, cuando está demasiado seco, la reducción de la fibra ayudará a compactar el silo, reduciendo los niveles de oxígeno y disminuyendo las pérdidas de materia seca.

A pesar de la reducción en el contenido de fibra, mejoras en la respuesta animal con aditivos enzimáticos han sido nombradas en un pequeño porcentaje de casos. Incluso, las enzimas no aparentan ser de utilidad para la confección de silajes de maíz. Primero porque el elevado contenido de fibra generalmente no es un problema en este tipo de silajes. Segundo, si el silaje fue hecho con un contenido de humedad apropiado para las enzimas, es decir con demasiada humedad, las pérdidas por filtraciones son deseables, ya que la acumulación de efluentes provocaría la descomposición del forraje. Por último, aparentemente existe un pequeño rango de oportunidades para recobrar el costo del aditivo cuando se emplea en maíz.

La adición de preparaciones de enzimas, solas o en combinación con inoculantes, se propone como una estrategia para aumentar el substrato disponible y mejorar la fermentación láctica del ensilaje o para aumentar el valor nutritivo del forraje o ambos. En ensilajes de forrajes de clima templado producidos en condiciones subtropicales, una mezcla de inoculante/enzima mejoró la calidad de la fermentación de forraje de maíz. Recientemente, algunas nuevas preparaciones de enzimas han regenerado el interés sobre el uso potencial de estos productos como aditivos que pueden facilitar la digestión del ensilaje y aumentar la producción de leche (Yang, 1999; Schingoethe, 1999).

1.10.10 Urea

Quizás, la urea sea el producto más viejo usado para mejorar los niveles proteicos en el silaje, en especial, cuando son silajes de gramíneas como el de maíz o el sorgo forrajero, los cuales se caracterizan por los bajos porcentajes proteicos en su biomasa.

La urea se descompone en amoníaco y dióxido de carbono en el silo. Posiblemente el NH₃, se combina con el ácido láctico y el acético formando sales. Cuando un rumiante ingiere silaje con estas sales, éstas aportan un compuesto (NH₃) muy demandado por los microorganismos del rumen.

En numerosos trabajos experimentales, se ha logrado elevar en unos puntos el contenido proteico del silaje usando entre 15 a 25 kg de urea por tonelada de material. En aquellos casos donde se producen excesos en la cantidad de urea empleada, los animales se resisten a consumir el silaje hasta que los niveles de amonio hayan descendido por evaporación

Considerando la participación de fuentes energéticas, los requerimientos proteicos del animal, el peligro de intoxicación y el costo de su inclusión, la urea puede ser suministrada de la manera siguiente

Ensilaje de gramíneas: para este fin se puede agregar entre 5 a 6 Kg. de urea por tonelada de material a ser ensilado (maíz, pasto de corte) en el momento de llenar el silo y previamente disuelto en 20 Kg. de melaza. (Farm Sc. 1964)

1.11 Nitrógeno no proteico

La adición de amonio al silo inmediatamente eleva el pH del ensilaje. La urea también incrementa el pH cuando es descompuesta en amonio y dióxido de carbono por las enzimas vegetales. El amonio sumado al elevado pH mata las levaduras, hongos y bacterias responsables del calentamiento. Esto podría mejorar la vida del silo si éste permanece bien sellado hasta la apertura para su utilización.

Típicamente, estos aditivos tienen un pequeño efecto en el pH final del silaje de maíz debido a que normalmente existe abundancia de azúcar disponible para las bacterias lácticas. Debido a que la fermentación del cultivo comienza con un elevado pH, los tratamientos con amonio incrementan tanto la cantidad de ácido producido como el contenido de ácido acético relativo al ácido láctico. Estos cambios inhiben el desarrollo de hongos y levaduras. Sin embargo, estos cambios en la fermentación pueden incrementar las pérdidas de materia seca. El amonio mejora la digestibilidad de la materia seca y de la fibra por ruptura de la hemicelulosa y otros componentes de las paredes celulares.

Tasas de aplicaciones típicas tanto para la urea como para el amonio anhidro, incrementan el contenido de proteína cruda del silaje de maíz en 5 puntos. La decisión del uso de urea o amonio depende del objetivo principal de empleo de aditivos: si el objetivo primario es incrementar el contenido de proteína cruda del silaje, la urea es más consistente y tiene mejor efecto en el desarrollo animal. Si el objetivo es reducir el calentamiento y la respiración, el anhidro es más efectivo. Se debe tener en cuenta de tomar todas las medidas de seguridad necesarias para aplicar el amonio, ya que es un producto altamente tóxico. Con respecto a la urea, debe asegurarse un método de aplicación que asegure una buena disolución y distribución, efecto que no siempre se logra cuando se le emplea. (Muhlbaça, y Ramírez, 1999)

1.11.1 Sal común

La sal común (cloruro de sodio) no debe ser empleada, debido a que causa un efecto contrario sobre la acidificación del material, al ejercer un efecto amortiguador al descenso del pH. En esas condiciones, se desarrollan fermentaciones indeseables que pueden perjudicar la calidad del silaje. Su uso solamente se recomienda para darle al forraje ensilado una mayor palatabilidad y por tanto una mayor ingesta diaria por animal de forraje que podrá redundar en una mejor producción animal. (Muhlbaça y Ramírez, 1999)

La sal común se utiliza como sello del ensilaje. Habitualmente se aplica en la superficie del ensilado a razón de 4 kg por m², antes de la cobertura. Disminuye las pérdidas en el área de la superficie y el borde. (Tecnología R. M.I.N. 2004)

1.11.2 Tratamientos con ácido fórmico y formaldehido

Se ha hecho mucho uso de ácido fórmico comercial (85 %) para ensilar forraje fresco de pastos de clima templado, pero ahora comienza a ser substituido por aditivos biológicos en razón de los riesgos que presenta su manipulación y por ser corrosivo para los equipos.

Sobre el uso de ácidos minerales u orgánicos, como también compuestos antimicrobianos, permitió concluir que para el caso de ensilajes de forrajes, tanto el tipo de aditivo como su dosis de aplicación deben ser determinadas en forma específica para cada tipo de forraje.

También se ha empleado la formalina (solución 35-40 % de formaldehido) como preservativo del ensilaje, esperando inducir especialmente una menor degradación de la proteína en el silo y de esta forma aumentar la proteína no degradable en el rumen del ensilaje consumido por animales. El formaldehido restringe considerablemente la fermentación del ensilaje: 0,8 por ciento de formalina, casi esterilizaron un ensilado de pasto elefante y redujeron la digestibilidad del ensilaje. (Boin, 1979)

1.11.3 Uso de camadas de aves en el silaje

Este producto de desecho no puede ser considerado como un aditivo típico de ensilaje pero se le ha mezclado con forrajes fácilmente fermentables como un medio para aumentar el contenido de PB (proteína bruta) y para eliminar posibles patógenos contenidos en la camada a través de la fermentación. También se le puede usar para aumentar el contenido de MS en el ensilaje en pasto (Lavezzo, 1993). Pueden tener un alto contenido de proteína junto a alto valores de ceniza, lo cual aumenta la capacidad tampón y tiene un efecto muy negativo sobre la fermentación. (Al-Rokayan, 1998; Rasool, 1998; Fontenot y Jurubescu, 1980; Lavezzo, 1993)

1.11.4 Formas de aplicación de los aditivos

Las variaciones en las cantidades recomendadas varía en función de la naturaleza del producto a ensilar. Los aditivos pueden aplicarse directamente al material a ensilar, de manera uniforme para asegurar una buena distribución del producto; pero se deberán tomar las precauciones necesarias cuando se utilizan aditivos volátiles pueden perderse parte por evaporación y cuando son sólidos las corrientes de aire puede esparcirlos fuera de silo.

La aplicación de los aditivos líquidos se hace con regaderas, mangueras o con aditamentos especiales, acoplados a una fumigadora a presión. Los líquidos se aplican a mano cuando no son corrosivos, o con una abonadora pequeña de acción centrífuga, en los silos con paredes.

A los operarios debe proveérseles de los medios de protección necesarios y antidotos requeridos, según el caso y lavar los equipos después de la operación ya que muchos de los productos químicos utilizados son tóxicos y abrasivos. También es conveniente que el silo este bien ventilado para evitar el envenenamiento por la exposición de los operarios al gas bióxido de nitrógeno que se forma durante el proceso de fermentación del producto ensilado. (Delorit y Ahlgren, 1983)

1.11.5 Uso del ensilado de maíz en ganado productor de leche y carne

Las empresas ganaderas que buscan mejorar su rentabilidad y competitividad, buscan alternativas que les permitan alcanzar sus metas. Uno de los caminos para lograr intensificar la producción de (leche –carne) necesariamente tendrá que ser proporcionar al ganado alimentos de buena calidad a un menor costo.

Para lograr estos objetivos debemos considerar varios parámetros: sanidad, reproducción, genética, manejo, capacitación del personal, y alimentación. Para ser un ganadero eficiente, es necesario producir pasturas y verdes con la mayor cantidad de materia seca digestible por Ha seleccionar un sistema productivo que asegure la mayor eficiencia en el aprovechamiento en calidad y cantidad del forraje logrado, y confeccionar reservas forrajeras (silaje) de alta calidad a bajo costo, cortados en el momento adecuado para posibilitar su conservación con la menor pérdida de su valor nutritivo: de esta forma podremos ajustar la alimentación en cantidad y calidad, logrando dietas balanceadas desde el punto de vista energético y proteico esencialmente .

El silo (picado fino) de maíz juega un importante papel en este planteo, porque aporta, elevados volúmenes de materia seca/ha (MS/ha) en un solo corte, con alto contenido energético, altamente palatales, de cosecha rápida y bajo porcentaje de pérdidas, con un reducido costo por kg de materia seca digestible, formando parte de la dieta durante gran parte del año, permitiendo aumentar la carga y/o mejorar las producciones individuales. Posee ventajas adicionales, como es aprovechar la planta completa (se corta a 10 cm del piso), ofrece plasticidad para la elección del momento de corte (10 días), desocupa rápidamente el lote (se pica a los 4 meses de sembrado el maíz), no necesita estructuras caras de almacenaje, no se corren riesgos de incendio durante su almacenaje etc.etc.

Como ya mencionamos anteriormente, la alimentación y la nutrición de los animales juega un papel importante en la producción de leche o carne. una dieta bien balanceada y un manejo adecuado optimizan la producción, sin embargo cuando los animales son sometidos a niveles de producción muy altos, resulta

difícil para el productor y su tarea será buscar alternativas para alimentar a los animales según sus necesidades y en forma económica. Sus raciones deberán contener cantidades adecuadas de proteína, energía, vitaminas y minerales para que sus animales puedan cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción, para lo cual el conocimiento de las necesidades nutricionales, composición y características del alimento que se ofrece nos permite controlar las raciones a suministrar al ganado destinado a producir leche o carne. (Ceminari, 2005)

Los silos de maíz constituyen un recurso muy apreciado en los sistemas de producción ganadera de leche o carne, ya que nos permiten conservar y almacenar forraje durante todo el año y ser utilizado en épocas de escasez, pero donde adquiere mayor relevancia es en la alimentación del ganado por su importante aporte energético a la dieta que se suministra a los animales en producción. En la economía también tiene su importancia ya que los costos en la alimentación del ganado pueden representar hasta el 80% por lo tanto en los tiempos que corren no tendrían que faltar en ningún pesebre ensilaje el de maíz pues se ha convertido en uno de los componentes importantes de la dieta de los animales en los sistemas de producción intensiva de carne o leche. (Rianaudo, 2005).

II. Conclusiones

- Es evidente que son varios los factores que determinan la calidad de un ensilado. Para poder alcanzar las metas productivas y hacer de la producción de leche un proceso rentable, es importante hacer énfasis en todo el proceso de ensilaje de maíz, considerando aspectos como la genética de los cultivos y su manejo pre y post-cosecha, aplicación de aditivos en el proceso de ensilaje, sí queremos obtener un silaje de buena calidad.
- Se le considera al ensilaje de maíz con frecuencia una decisión acertada para programas de alimentación de ganado lechero y de carne. Además de ser un forraje altamente energético, el rendimiento de energía digestible por hectárea es mayor comparado con otros cultivos. El número de plantas que se siembran, las condiciones de crecimiento (riego, fertilización) y las prácticas durante el proceso de ensilaje y la aplicación de aditivos determinan el valor nutritivo del forraje que se ensilará.
- El uso de aditivos biológicos, aplicados a forrajes de alta calidad adecuados para ser ensilados como el forraje de maíz y sorgo forrajero, mejora la calidad de fermentación y reduce las pérdidas durante el ensilaje.
- Es necesario tener conocimiento de los aditivos disponibles y su acción para así, decidir cual es el más indicado de acuerdo a las condiciones del forraje que se va a ensilar.

- El uso de aditivos biológicos, aplicados a forrajes de alta calidad como el maíz cuando se cosecha en la etapa de madurez adecuada para ser ensilado, mejora la calidad de fermentación, reduce la pérdida de nutrientes y de materia seca (MS) durante el proceso de ensilaje.

- El uso de productos de alta calidad (grano de maíz y sorgo molidos) y de subproductos (melaza, desechos de molinería etc.,) han resultado ser una buena opción como aditivos para forrajes difíciles de ensilar, como las especies con bajo contenido en carbohidratos Su precio puede ser alto pero en el cálculo de rentabilidad se debe tomar muy en cuenta la mejoría del valor nutritivo del forraje ensilado.
- Es importante conocer las características de las plantas forrajeras susceptibles de someter al proceso de ensilaje, ya que de éstas dependerá las acciones para su ensilaje así como los posibles aditivos a utilizar.

III. Bibliografía

- ❖ Bavera, A. (2001). Aditivos en la confección de ensilaje. Producción animal. Facultad de Agronomía y veterinaria, Universidad nacional del Rio de Janeiro
- ❖ Bertuía, L.M. (2004). Algunos conceptos sobre ensilaje, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de la Loma de Zamora , Córdoba España, pág.1-14
- ❖ Boin, C. (1975). Elefante (Napier) La producción de hierba para ensilado: efecto de los aditivos en la composición química, valor nutritivo y el rendimiento de los animales. Tesis doctoral, Universidad de Cornell.
- ❖ Bolsen, K.K. (1999). Ensilaje de gestión en América del Norte en la década de 1990. p. 233-244, en: T.P. Lyon y KA Jacques (eds.) La biotecnología en la industria de piensos. Uroc. de la 15^a. Simposio Anual. Nottingham, Reino Unido: Nottingham Univ. Prensa. Henry, W., y Bose, M.L.V. 1992. Efecto de los aditivos enzimáticos bacterianos en la calidad del ensilaje de pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.). Rev. Bras. Zoot. pp 429-438.
- ❖ Cañeque M. V. Y Sancha S. J. (1998). Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 13-256.
- ❖ Ceminari, R. (2005). Ensilaje de maíz en la intensificación ganadera del sudoeste. Bonaefre
- ❖ Chaverra, H. y Ensse. (2000). Ensilaje en la alimentación del ganado vacuno
- ❖ Delorit, J.R. y Ahlgren, L.H. (1983). Métodos de cosecha y picado para ensilar, tipos de silo. Pág. 656-658 Producción agrícola. Edit. C.E.C.S.A. 7^a Ed. México. D.F.
- ❖ Henry, W. y Bolse, M.L.V. (1992). Efecto de los aditivos enzimáticos bacterianos en la calidad del ensilaje de pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.). Rev. Hiriart L.M. ensilados y procesamientos de calidad Ed. trillas México D.F. pp5-92
- ❖ Fernández, M. A.)1980). Silaje de la planta entera cap.: Producción animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad nacional del rio cuarto provincia de Córdoba República Argentina.
- ❖ Fontenot, J.P. y Jurubescu, V. (1980). El tratamiento de los residuos animales por la alimentación de los rumiantes. p.641-662, en: Y. RUCKEBUSH y P. THIVEND (eds) Fisiología Digestiva y Metabolismo de Rumiantes. AVI Pub.
- ❖ Glewen, J. y Young. A. W. (1982). Efecto de la amonificación sobre la fermentación del ensilaje de maíz, Universidad de Wisconsin, Madison Goic M, Ljubo; Siebald S, Enrique: Torres B, Alfredo; Navarro D, Humberto; Matzner K, Mario Agricultura Técnica Efecto de la conservación de forrajes en praderas permanentes utilizadas con sistemas intensivos de recría (Melaza) (1993) v. 53(2) p. 136-143
- ❖ Goic M. L. (1989), Melaza: suplemento de energía para el engorde de ganado bovino [la carne], la ración, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno, vol. 76 pg. 12.

- ❖ Farm Sc. (1964). http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/22-aditivos_para_los_silajes.htm
- ❖ Henderson, (1993). Aditivos para ensilaje. Un Feed Techn Sc, 45:35-56
- ❖ Henry, W. y Bose, M.L.V. (1992). Efecto de los aditivos enzimáticos bacterianos en la calidad del de pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.). Rev. Bras. Zoot., 21 (2003): 429-438. ensilaje
- ❖ Hiriart, L. M. (1984). Ensilados y procedimientos de calidad Ed. Trillas México D.F. pp5-92
- ❖ Hiriarte- Archundia M.E., Bolsen W.K. y Brent B. (1998). Un estudio de los cambios químicos y microbianos en el ensilaje de maíz: Efecto de aditivo biológico y sellado. Conferencia Internacional de ensilaje. Escocia pp. 174-178.
- ❖ Lavezzo, W. (1993). Elefante hierva para ensilado. En: a.m. Peixoto et al. (Eds.) Actas del 10 ° Symposium sobre la Gestión de los pastos. FEALQ, Piracicaba, Brasil.
- ❖ Lavezzo, W.; ÖENM, y Silveira, AC. (1984). Efectos de marchitamiento, formaldehído y ácido fórmico en el consumo de ensilaje y digestibilidad de pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.) Rev. Bras. Zoot., 13 (4): 501-508.
- ❖ Marshal y Mc. Culloug. (1982). Nuevas tendencias de ensilaje, de forraje. Revista mundial
- ❖ Matius Vas, D. y Laura Olivera y Cozzolino, D. (2000). Ensilaje como componente de la dieta de novillos. Producción Animal. De Zootecnia 15: 44-49
- ❖ Miller, W.I. (1979). Feedign y Nutrición Animal.
- ❖ McDonald, P.; Henderson, A.R., y Heron, S.J.E. (1991). La Bioquímica del ensilaje. 2^a ed. Marlow, Reino Unido: Publicaciones Chalcombe
- ❖ Moran, J.P. (1983). Para reducir el deterioro del molde y mejorar la fermentación en el ensilaje de pacas de ensilaje grande. p. 85-86, en: P. O'Kiely, M. O'Connell & J. Murphy (eds) Investigación de ensilaje de 1993, Proc. Conf. Int. 10. Ensilaje Res Universidad de Dublín, Dublín, 6-8 de septiembre de 1993.
- ❖ Muck, R.E. (1993). El papel de los aditivos para ensilaje en el ensilaje de alta calidad. p. 106-116, En: La producción de ensilaje de semilla a los animales. Actas de la Conferencia Nacional de Producción de ensilaje. Syracuse, Nueva York, 23-25 de febrero de 1993. Ítaca, Nueva U York: NRAES.
- ❖ Muhlbaça, R.F.P. (1997). Un estudio sobre ensilaje de pasto elefante Departamento de zootecnia de la facultad de agronomía de la universidad federal del sur de porto alegre Brasil.
- ❖ Phillip, L.E. y Fellner, V. (1992). Efectos de la inoculación de bacterias de la mazorca de alta humedad en SU aeróbico de Estabilidad, la digestión y la utilización para el crecimiento de carne de vaca novillos. J. Anim. Sci., 70: 3178-3187

- ❖ Ramírez, E. (1999). Estudio 9.0 uso de aditivos para el mejoramiento del silaje en el mejoramiento de forrajes tropicales, Paulo R.F. Muhlbach, universidad federal rio grande del sur , Porto Alegre Brasil,
- ❖ Rinaudo, J. P. (2005). El silo como base de la alimentación del ganado lechero. Revista pasturas y forrajes.
- ❖ Revista mundial zootecnia. (1988). Nuevas tendencias de ensilaje de forrajes , 15ª edición , pág. 44-49 , 1988
- ❖ Richard, J. D. y Ahlgren, L.H. (1983) .Cosecha y picado del forraje. Edit. C.E.C.S.A. p.p. 356 -358 , 1983
- ❖ Rasool, S.; Sial, M.A.; Ul-Haq, A., y Jamil, A. (1998). Los cambios químicos Sudax durante el ensilaje de forrajes con cama de broiler. *Feed Un Sc. Techn.*, 72: 347-354.
- ❖ Schingoethe, D.J.; Stegeman, G.A. y Treacher, R.J. (1999). Respuesta de vacas lecheras en producción a una celulasa y xilanasa Aplicada enzimático con forrajes en el momento de la alimentación. *J. Sc lácteos.*, 82: 996-1003.
- ❖ Sibanda, S., Jingura, J.M., y Topps, J.H. (1997) .El efecto del nivel de inclusión de la leguminosa *Desmodium uncinatum* y el uso de melaza o maíz molido los aditivos en la composición química del pasto y ensilado de maíz y leguminosas. *Feed Un Sc... Techn.*, 68: 295-305.
- ❖ Stefanie, J.W.H.; Driehus, F. Y Sierk, F.P. (2004). Procesos de ensilaje y su manipulación.
- ❖ Tecnología Revista. Maíces (2004). Híbridos Newsletter. Aditivos para el silaje
- ❖ Vilmah, H. y Uhammad. (2007). Estrategias de conservación de silaje para la época seca, centro agrónomo tropical de investigación y enseñanza.
- ❖ Vilela, D. (1984). Ensilaje aditivo. Pacheco Coronel, MG: EMBRAPA-CNPGL, Técnico Circular 21, 32p.
- ❖ Vilela, D. (1998). Aditivos para las plantas de ensilaje de los climas tropicales. p. 73-108, en: FS Wechsler (ed) Simposio sobre los aditivos en la producción de rumiantes y no rumiantes. Actas del Simposio, XXXV Reunión del ciclo Igualada.
- ❖ Weinberg, Z.G. y Muck, R.E. (1996). Nuevas tendencias y oportunidades en el desarrollo y uso de inoculantes para ensilaje. *FEMS Microbiol. Rev.*, 19: 53-68
- ❖ Weissbach, F. y Honig, H. (1996). Acerca de la predicción y el control de la *Garungsverlaufs* en ensilaje de *Grünfutter* de cultivo extensivo. *La agricultura Volkenrode Investigación*, 1: 10-17, Alemania
- ❖ Woolford, M. (1984). La fermentación de ensilaje. Marcel Dekker.
- ❖ Yang, W.Z.; Beauchemin, K.A. y Rode, L.M. (1999). Efectos de un enzima para alimentación animal aditivo Alcance de la digestión y la producción de leche de vacas lecheras en producción. *J. Sc lácteos.*, 82: 391-403.
- ❖ Woolford, M.K. (1984). *The silage fermentation.* New York: Marcel Dekker.