

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE UN
CULTIVO DE MAÍZ TRANSGÉNICO PERA EL MEJORAMIENTO DE
ENSILAJES EN UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN BOVINO**

VERÓNICA TOBAR ÁLVAREZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS
INDUSTRIAS PECUARIAS
CALDAS - ANTIOQUIA
2012**

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE UN
CULTIVO DE MAÍZ TRANSGÉNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE
ENSILAJES EN UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN BOVINO**

VERÓNICA TOBAR ÁLVAREZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Industrial pecuario.**

**Asesor
FREDY ARENAS
*Zootecnista***

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS
INDUSTRIAS PECUARIAS
CALDAS - ANTIOQUIA
2012**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. GENERALIDADES DE LA HACIENDA	12
2. JUSTIFICACIÓN	14
2.1 IMPACTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	14
2.2 IMPACTO SOCIAL Y ECONÓMICO	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1 EL ENSILAJE	17
4.1.1 Proceso de fermentación	17
4.1.2 Fase enzimática	17
4.1.3 Fase aeróbica	18
4.1.4 Fase de fermentación	19
4.1.5 Fase estable	19
4.1.6 Fase de deterioro aerobio	20
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BACTERIAS PREDOMINANTES EN EL ENSILAJE	21
4.2.1 Las levaduras	21
4.2.2 Las enterobacterias	21
4.2.3 Bacterias -coliformes- productoras de ácido acético	21

4.2.4 Bacterias productoras de ácido láctico	21
4.3 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ENSILAJE	22
4.3.1 Factores inherentes al vegetal	22
4.3.2 Contenido de azúcares solubles	22
4.3.3 Digestibilidad	23
4.3.4 Especie vegetal	23
4.4 FACTORES QUE AFECTAN EN EL ENSILAJE	23
4.5 PH DEL ENSILAJE	24
4.6 EFECTO DE LOS AGV Y DEL AMONIO	25
4.7 COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DE UN ENSILAJE DE MAÍZ	26
4.8 EFECTO DE LA EDAD DE CORTE SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA	27
4.9 CARACTERÍSTICAS PARA RECONOCER LA CALIDAD DE UN ENSILAJE	27
4.9.1 Ensilaje bien fermentado (láctico)	27
4.9.2 Ensilaje butírico	27
4.9.3 Ensilaje sobrecalentado	27
4.9.4 Valor nutritivo. Regular a bajo.	28
4.9.5. Ensilaje pútrido	28
5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SIEMBRA, MANTENIMIENTO Y COSECHA DEL CULTIVO	29
5.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL A SEMBRAR	29
5.2 ELECCIÓN DEL LOTE	31
5.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO	36
5.4 PREPARACIÓN SEMILLA	46

5.5 CALIBRACIÓN DE LA SEMBRADORA- SIEMBRA	39
5.6 GERMINACIÓN Y EMERGENCIA	41
5.7 ELABORACIÓN DE DRENAJES	42
5.8 FERTILIZACIÓN	43
5.9 COSECHA	46
5.10 PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO	49
5. CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Inventario ganado	13
Cuadro 2. Contenido de MS para estabilizar un ensilaje	25
Cuadro 3. Perfil típico de un ensilaje bien fermentado	26
Cuadro 4. Catálogo para la elección de la semilla de maíz con las especificaciones de cada material	31
Cuadro 5. Cantidad de zorras y peso por montón elaborado y peso de éstas	50

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. El lote rodeado por la carretera de acceso de la maquinaria y vehículos de transporte	32
Foto 2. Ubicación del lote	33
Foto 3. Evidencia de cómo afecta el exceso de agua la población y el desarrollo de las plantas	34
Foto 4. Preparación del terreno	36
Foto 5. Semilla tratada y expuesta al sol	38
Foto 6. El selector de semilla y el enrazador para la calibración de la máquina	40
Foto 7. Sembradora	41
Foto 8. Germinación	42
Foto 9. Drenajes	43
Foto 10. Mezcla y homogenización del abono	44
Foto 11. Planta en estado v6 sexta hoja momento de la primera fertilización	44
Foto 12. Etapa v12 doceava hoja, momento para la segunda abonada	45
Foto 13. Sección transversal de la mitad superior de una espiga de maíz mostrando el desarrollo de la línea de leche	47
Foto 14. Cosechadora de tres picorriles	48
Foto 15. Silos de montón	49

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Análisis suelo lote 8 Hacienda El Chorro	35

RESUMEN

Hoy en día la alimentación de la ganadería debe ser una integración de conceptos y prácticas que involucren todo lo necesario para el bienestar de los animales y el mejoramiento de la producción de éstos, de acuerdo con lo anterior, la alimentación es uno de los aspectos más importantes, no solo en cuanto a producción e integridad física del animal, sino también en cuanto a costos para el ganadero pues debido a las condiciones climáticas de los últimos tiempos la suplementación y la necesidad de implementar técnicas de conservación de forrajes se ha vuelto imprescindible, por lo tanto es necesario adoptar las mejores técnicas y métodos para no disminuir con esto la calidad del alimento que se le está suministrando al ganado, pues el ensilaje que es el tema principal de este trabajo es una técnica de conservación mas no mejora la calidad del alimento ensilado, por lo tanto hay que tener una serie de cuidados con el cultivo desde su establecimiento hasta la cosecha para elaborar un excelente alimento que cumpla a la perfección con los requerimientos nutricionales de los animales durante todo el año, esta es una revisión de todos los aspectos que intervienen en la calidad del ensilaje y cómo manejarlos para obtener adicionalmente mejores rendimientos y mayor producción por hectárea.

ABSTRACT

Now a days the cattle feeding must be an integration of concepts and practices that includes all the necessary elements for the animal welfare and production improvements, in accordance with this, the feeding is one of the most important factors, not only in terms of productions and physical integrity, also in supplementation costs, due to the recent climate changes, producers were forced to implement forage conservation technics, therefore is necessary to adopt the best methods to avoid damaging the quality of the feeding supplement so the silage, the principal topic of this work is a forage conservation technic, but it doesn't improve the quality of the forage so it's necessary to have some cares from the sowing and establishment of the crop to the harvest, to produce food that achieve the animals nutritional requirements along all year, in this work are described all the aspects involved in the quality of the silage and how to maintain the crop to get the best yields and the best production per hectare.

INTRODUCCIÓN

El uso del ensilaje de maíz está aumentando a grandes pasos y, en muchos casos, no se obtienen los resultados esperados, en términos de producción de carne o leche cuando este recurso representa una gran proporción de la ración de vacunos. Es entonces donde intervienen aspectos como el momento de corte del cultivo a ensilar, si bien en la calidad, también tiene importancia el proceso, es necesario destacar que en la actualidad hay tecnología y maquinaria avanzada que puede facilitar la siembra, mantenimiento y cosecha de forrajes y que permite lograr una buena conservación. Por lo tanto, la mayor preocupación es con respecto a la calidad como alimento. Existen dudas sobre la eficiencia y el efecto del ensilaje, si es en realidad un recurso energético como se cree, principalmente debido a que en este caso, los resultados productivos son inferiores a los esperados y es entonces donde cabe analizar el ensilaje desde la elección del material a sembrar y con esto aspectos como la selección, preparación y adecuación de terrenos, maquinaria disponible y el proceso del cultivo durante todas sus fases, o más bien, en cada etapa fisiológica de la planta ya que al avanzar la madurez del cultivo aumenta el llenado de los granos y en consecuencia el contenido de almidón, pero también se incrementa la cantidad de fibra de la fracción vegetativa y disminuye su calidad. Muchas veces se piensa que esto es un efecto deseable puesto que al tener más almidón el ensilaje tendrá más energía. Sin embargo, en muchas ocasiones la caída en calidad de la fibra puede ser tan o más importante que el beneficio que supone el mayor contenido de almidón.

En otras palabras, la calidad del ensilaje en su conjunto puede ser igual o inclusive menor y en consecuencia su efecto en la ganancia de peso es muy variable e impredecible, dependiendo de diversos factores como, por ejemplo, tipo y nivel de suplementación con otros ingredientes, nivel de consumo y calidad del forraje si el animal está pastoreando, entre otros.

Resulta irrisorio realizar una inversión importante como la que se requiere para realizar un buen ensilaje de maíz para que, posteriormente, se logre una pobre respuesta productiva cuando el ensilado se suministra a los animales. En este trabajo se analizan los puntos anteriormente mencionados, es decir, el manejo del cultivo, los cambios que se pueden esperar en la planta de maíz con la madurez, el contenido de humedad, su efecto en la calidad del ensilaje, la importancia del proceso como tal, la velocidad de cosecha, el tamaño de picado y la compactación y distribución del ensilaje, y cómo pueden llegar a ejercer gran influencia sobre el proceso de fermentación y las pérdidas por almacenamiento. Fermentaciones eficientes garantizan un alimento más palatable y digestible, lo cual tiende a optimizar el consumo de MS y, por ende, el bienestar y la producción del animal¹.

¹ FERNÁNDEZ MAYER, Aníbal. Los procesos fermentativos del ensilaje. Silaje de planta entera. Cap. I:4. EEA INTA : Bordenave, 1999. p. 11.

1. GENERALIDADES DE LA HACIENDA

La hacienda El Chorro se encuentra ubicada en la vereda de Palenquillo, municipio de Gamarra – Cesar; cuenta con 3200 has, una precipitación anual de 1550 mm, una altura de 65 msnm, humedad relativa del 75%, una temperatura promedio de 30 grados centígrados y aproximadamente 9 horas luz/día, correspondientes a zona de vida Bosque húmedo tropical.

Es una empresa ganadera especializada en la producción y el mejoramiento del ganado puro, mediante el uso de biotecnologías reproductivas, tales como: la transferencia de embriones por superovulación, la aspiración folicular para fertilización invitro y la congelación de embriones, utilización de vacas donadoras de embriones provenientes de importantes exponentes de ranchos americanos y las ganaderías colombianas sobresalientes, además de contar con líneas paternas de reproductores, americanos y colombianos con pruebas genéticas, pruebas de comportamiento y/o desempeño productivo en la pista y en los potreros, por medio de las cuales ofrece productos de alto valor genético provenientes de donadoras elite brahmán (gris y rojo).

Los potreros en su gran mayoría están establecidos en Angleton (*Dichanthium aristatum Benth*), Tanzania (*Panicum máximum cv*) y mombaza (*Panicum máximum cv*) y sólo el 10% en una asociación de Leucaena (*Leucaena leucocephala*) con mombaza, no se realiza fertilización de las praderas, el único manejo agronómico que éstas reciben es un control manual y mecánico de maleza ocasionalmente.

Es una ganadería extensiva, por lo tanto, no hay división de potreros establecida.

La dieta del ganado de ceba, maternidad y crías de potrero, consiste básicamente en el forraje procedente de las praderas, agua de bebederos y jagüeyes y sal al 8%.

El ganado estabulado consume además de lo anterior, silo de maíz y alimento concentrado.

Cuadro 1. Inventario ganado

INVENTARIO GANADO PURO

VP	CM	CH	VH	NV	HL	TORETES
60	96	108	121	39	88	122

INVENTARIO GANADO DE CEBA

RANGO DE PESO	180-250	250-350	350-450
PESO EN KG	100	800	200

Fuente: Elaboración de la autora

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 IMPACTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

El uso del ensilaje es desde hace algún tiempo, un componente integral de los sistemas de alimentación animal en el mundo como una forma de mantener el abastecimiento de forraje para animales de alta producción durante todo el año.

“La superficie sembrada con maíz para ensilaje aumentó de manera significativa desde mediados de la década del 90, acompañando a la creciente intensificación de los sistemas ganaderos, como consecuencia de sus múltiples ventajas tanto agronómicas como nutricionales, buscando maximizar la producción y la calidad del forraje por unidad de superficie a fin de reducir el costo por unidad de nutriente y lograr un producto de mejor valor nutricional”².

El cultivo de maíz se adapta para la alimentación del ganado debido a tres causas principales:

- Permite equilibrar la desuniformidad que se registra entre la oferta de forraje a lo largo del año y los requerimientos casi constantes de los animales,
- Alto volumen de producción y,
- Alto contenido de hidratos de carbono.

Debido a la gran importancia y a los elevados costos de la alimentación generados en la hacienda El Chorro para los animales de establo (confinados) y media pensión (semi confinados), se ha propuesto mejorar la calidad y oferta del ensilaje de maíz producido en la hacienda, optimizando el proceso desde el cultivo mismo, pues es desde allí donde empieza a constituirse la calidad del alimento.

La alimentación de estos animales basada principalmente en silo de maíz, alimento comercial extruido para terneras agua y sal, resultaba no sólo costosa por el alto contenido de concentrado, sino también de baja calidad pues se observaba gran cantidad de grano entero en bostas o boñigas, además de evidenciar problemas con los animales de pista por acumulaciones de grasa en zonas localizadas, aspectos que cambiarían proporcionalmente con el mejoramiento de la calidad del silo.

Desde la elección del material a sembrar se empezaron a hacer modificaciones; se cambió el material convencional que se venía utilizando por años en la

² CARRETE, J.R., et al. Maíz para silaje: Efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje. En: Revista de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino, II (6): 2-5. (1997).

hacienda, por una semilla transgénica de doble tecnología más apta para ensilar, pues esto es parte fundamental en la reducción de costos y redundante en una mayor producción en la misma área utilizada para el cultivo, lo que supone mayor producción de MS por hectárea a un menor costo; con esto se incrementan los requerimientos nutricionales de la planta en sus diferentes estados vegetativos, por lo tanto, cambia la fertilización y las prácticas de manejo agronómico; al usar materiales transgénicos de doble tecnología se reducen no sólo los costos de insumos para controlar todo tipo de plagas, sino el efecto que éstos tienen en el medio ambiente.

El uso y la programación de maquinaria especializada y más eficiente también juega un papel importante en el proceso de mejorar el sistema de alimentación y suplementación, pues optimiza el proceso de ensilaje como tal, mejorando la calidad del alimento y facilitando los procesos de elaboración y transporte.

2.2 IMPACTO SOCIAL Y ECONÓMICO

Aumentar la cantidad de maíz producida por hectárea además de reducir costos, ayuda a la optimización del uso de tierras, reduce el impacto ambiental que tiene la deforestación y la erosión de suelos causada por el arado y las prácticas agrícolas.

El proyecto de producción de materias primas para la elaboración de alimentos para el ganado, ha generado empleos en la zona pues aunque el cultivo sea en gran parte mecanizado, hay labores durante el proceso que requieren de personal.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad y cantidad de ensilaje producido en la hacienda.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer cultivo de maíz PIONEER 30F35HR.
- Medir la producción en toneladas de silo producidas por hectárea.
- Evaluar si es posible aumentar la producción de maíz para silo utilizando la misma área que se venía sembrando.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 EL ENSILAJE

“El ensilaje 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”³. Este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (M.O.) 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 ensilado⁴.

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, corta-picado y compactación rápida, sellado hermético del ensilaje), 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 ensilaje de alta calidad⁵.

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

4.1.2 “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.

³ BERTOIA, L. Algunos conceptos sobre Ensilaje. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 2004. p 15-16.

⁴ MCDONALD P, Henderson A. R. y HERON, S. The biochemistry of silaje. 2 ed. Marlow: Chalcombe publication, 1991. p. 340.

⁵ BERNAL EUSSE, J. y CHAVERRA, H. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Tercer mundo editores. IICA octubre, 2000. p. 162.

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-péptidos y aminoácidos libres (AA) y nitrógeno no proteico (NNP). En cambio, por la actividad de los MO estas sustancias proteicas son reducidas a amonio y aminas⁶. Además, estas enzimas producen pérdidas tanto en la materia seca (MS) como en el valor energético del ensilaje, al reducir la disponibilidad de CHOS.

4.1.3 “Fase aeróbica. Luego del picado y ensilado, las células del vegetal, los microorganismos anaerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias, continúan respirando. Además, hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0)⁷.

Este proceso se realiza 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 (glucosa y fructosa), sustancias utilizadas por los M.O. que se encuentran en la superficie del vegetal como los son bacterias, mohos, levaduras, generando ácidos grasos volátiles (AGV), otros compuestos orgánicos y gases⁸. 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 ensilaje, la fase aeróbica puede durar varios días. Lo cual ocasiona pérdidas significativas de azúcares y deterioro en la calidad final del ensilaje. En estas condiciones, se produce una temperatura inicial mayor de 37°C 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, las pérdidas de azúcares,

⁶ MUCK, R. E. Factor influencing silage quality and their implications for management. In: Journal of dairy science. V 71, n° 11(1988); p. 2992-3002.

⁷ GARCÉS MOLINA, Adelaida María, et al. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. En: revista lasallista de investigación. Vol.1, No.1; p.1-6

⁸ BERTOIA, Op. cit.

producto de la hidrólisis del almidón, normalmente no son importantes⁹. Además, cuando ingresa aire al ensilaje (cobertura no hermética, excesiva exposición del ensilaje 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 (por ej. 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 ensilaje. Esto significa que en un material ensilado y estabilizado la presencia de CHOS prácticamente es nula¹⁰.

4.1.4 “Fase de fermentación. Se inicia al producirse un ambiente anaerobio. Puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante.

Debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0. Las bacterias que producen ácido láctico (BAC), pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales.

Los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50°C, con un óptimo entre 25° y 40°C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje. Todos los miembros del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaerobia. Las características del cultivo como contenido de azúcares, contenido de materia seca y composición de los azúcares, combinados con las propiedades del grupo BAC, así como su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica y el uso del sustrato influirán sobre la capacidad de competencia de la flora BAC con las enterobacterias durante la fermentación del ensilaje”¹¹.

4.1.5 Fase estable. La mayoría de los microorganismos de la fase de fermentación lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas, carbohidrasas y microorganismos especializados, como

⁹ MUCK, Op. cit.

¹⁰ FERNÁNDEZ MAYER, Aníbal. Los procesos fermentativos del ensilaje. En : Silaje de planta entera. Cap. I:4-11 (1999). EEA INTA Bordenave.

¹¹ GARCÉS MOLINA, Op. cit.

Lactobacillus buchneri que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo. Si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios. Algunas bacterias indeseables en la fase estable son las bacterias acidófilas, ácidos tolerantes y aerobias, por ejemplo Acetobacter spp. Es perjudicial en el ensilaje porque puede iniciar un deterioro aeróbico, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO₂ y agua. El género Clostridium es anaerobio, forma endosporas y puede fermentar carbohidratos y proteínas, por lo cual disminuye el valor nutritivo del ensilaje, crea problemas al producir aminos biogénicos. La presencia de Clostridium en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; además puede contaminar la leche. “Los Bacillus spp son bacterias aerobias facultativas que forman esporas. Fermentan un amplio rango de carbohidratos produciendo ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol”¹². “Algunas especies de Bacillus producen sustancias fungicidas y se los ha utilizado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en ensilajes, pero con excepción de estas especies, el desarrollo de los bacilos en el ensilaje es considerado como indeseable. Lo anterior, porque son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo BAC y que en la etapa final incrementan el deterioro aerobio”¹³.

4.1.6 Fase de deterioro aerobio. Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético, esto aumenta el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, los bacilos. “La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias. Los mohos son organismos aerobios cuya presencia en el ensilaje se detecta por la aparición de filamentos de diversos colores, de acuerdo a las especies presentes. Se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive trazas. En un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante la fase del deterioro aerobio todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Las especies que se presentan frecuentemente pertenecen a los géneros Penicillium, Fusarium, Aspergillus, Mucor, Byssoscladomyces, Absidia, Arthrinium, Geotrichum, Monascus, Scopulariopsis y Trichoderma. Los mohos disminuyen el

¹² CLAUS, D. y BERKELEY, R.C.W. Genus Bacillus. In : Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Citado por : Baltimore: Williams and Wilkins, 1986. p. 1105-1139.

¹³ GARCÉS MOLINA, Op. cit.

valor nutritivo, la palatabilidad del ensilaje y son un riesgo para la salud de los animales y las personas”¹⁴.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BACTERIAS PREDOMINANTES EN EL ENSILAJE

4.2.1 Las levaduras. Son microorganismos anaerobios facultativos y heterótrofos, cuya presencia en el ensilaje es indeseable porque bajo condiciones anaerobias fermentan los azúcares produciendo etanol y CO₂. La producción de etanol disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico y produce un mal gusto en la leche cuando se emplea para alimentar vacas lecheras. Además, en condiciones aerobias muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O, lo que eleva el valor del pH del ensilaje, permitiendo el desarrollo de otros organismos indeseables.

4.2.2 Las enterobacterias. Son organismos anaerobios facultativos y la mayoría de las que se encuentran en el ensilaje no son patógenas. Su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con las BAC por los azúcares disponibles y porque degradan las proteínas. La degradación proteica causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje y genera compuestos tóxicos como aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple¹⁵.

4.2.3 Bacterias -coliformes- productoras de ácido acético

- Pueden desarrollar con o sin aire.
- Degradan a los azúcares en ácido acético, alcohol y dióxido de carbono.
- Tienen mayor actividad con alta humedad en la masa ensilada.
- Se inhiben cuando el pH desciende de 4.5.

4.2.4 Bacterias productoras de ácido láctico

- 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.

¹⁴ HONIG, H. y WOOLFORD, M K. Changes in silage on exposure to air. En: Forage Conservation in the 80s. (11:1980: Hurley). Citado por : THOMAS, C. BGS Occasional Symposium. Hurley: British Grassland Society, 1980. p. 76-87.

¹⁵ GARCÉS MOLINA, Op. Cit.

- La temperatura adecuada para el crecimiento de los 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 desciende, el láctico se convierte en el producto dominante, siempre y cuando sea adecuado el nivel de azúcares en el forraje (maíz). En cambio, en los ensilajes de pasturas (gramíneas y leguminosas), pueden desarrollar otras fermentaciones secundarias que alteran la calidad final, como las que generan ácido butírico (olor rancio) y aminas (olor putrefacto)¹⁶.

4.3 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ENSILAJE

4.3.1 Factores inherentes al vegetal. Dentro de los factores que afectan los procesos fermentativos antes mencionados, se encuentran:

4.3.2 Contenido de azúcares solubles. El nivel mínimo de CHOS en el forraje a ensilar oscila entre los 60 a 80 gramos/kg de MS. Este valor es superado fácilmente por el maíz, a partir del estado de grano lechoso¹⁷.

“A medida que la planta de maíz madura, los azúcares formados en las hojas y tallos son transferidos a la espiga y almacenados en el grano. Durante este período, la proporción de grano (MS) en el total de la producción de MS del cultivo se incrementa”¹⁸, “observándose pequeños cambios en la digestibilidad de la planta entera, al incrementar la digestibilidad de las espigas, que balancea la declinación en la calidad de tallos y hojas”¹⁹. Las pérdidas de MS como CHO durante el proceso de ensilado, son más bajas cuando se ensila un cultivo de maíz con alto contenido de grano que con bajo contenido.

“Esas menores pérdidas de CHO, hacen que sea mayor la digestibilidad del ensilaje de maíz en el primer caso. Estos resultados sugieren que la calidad del alimento y la performance animal pueden estar relacionadas con la proporción de

¹⁶ FERÁÑDEZ MAYER, Op. Cit.

¹⁷ FISHER, D.S. y BURNS, J.S. Quality analysis of summer-annual forage.II. Effects of carbohydrate constituents on silaje fermentation. In : Agronomy Journal. 1987, Vol 2; p. 242-248.

¹⁸ WILKINSON, S.R.; ADAMS, W.E. y JACKSON, W.A. Chemical composition and in vitro digestibility of vertical laepers of coastal bermudagrass. Agron. 1970. J. 62:69.

¹⁹ KILKENNY, J.B. Utilization of maize for beef production. In: Forage maize production and utilization. Citado por : BUNTING, E.S., et al. Agr. Res. Cou. London, 1978. p. 201-238.

grano y con la concentración y digestibilidad de la pared celular de la planta (principalmente el tallo)²⁰.

4.3.3 “Digestibilidad. La digestibilidad de los forrajes ensilados depende fundamentalmente de la digestibilidad del cultivo original. Normalmente, la digestibilidad de la pared celular (fibra de detergente neutro) del ensilaje de maíz es más bajo (49%), comparada con la de la MS de la planta total (65%) debido principalmente a su baja tasa de digestión²¹, Además, entre los componentes de dicha fibra, la concentración de lignina (% MS) o de fibra de detergente ácido, serían los mejores predictores de la calidad del ensilaje²². Asimismo, cuando consideramos que la proporción de materia seca de la planta (tallos y hojas) respecto a la de la espiga (tusa y grano) es normalmente 60: 40 respectivamente, la incidencia que puede tener la mayor digestibilidad de la fibra y el menor contenido de lignina (componente totalmente indigestible) sobre la calidad final del ensilaje es superior a la que se conseguiría con un aumento en el contenido de grano. No obstante, uno de los componentes, además de la proporción de fibra que tiene mayor efecto sobre la calidad y sobre la respuesta productiva animal, es el porcentaje de almidón que pudiera tener el ensilaje, y este componente se localiza principalmente en los granos²³.

4.3.4 Especie vegetal. Los cultivos de maíz a diferencia de otros, son más ricos en CHOS y tienen una escasa resistencia al descenso del pH (capacidad buffer) durante la fermentación en el ensilado. Esto permite mejores condiciones para el crecimiento de las bacterias lácticas, aumentando el ácido láctico en la concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV). Una buena proporción de estos AGV indicaría que se desarrolló una fermentación adecuada²⁴.

4.4 FACTORES QUE AFECTAN EN EL ENSILAJE

“En el proceso de fermentación, la proteína es hidrolizada (solubilizada) por acción de las enzimas de la planta, convirtiéndose en nitrógeno no proteico, y en

²⁰ ELIZALDE, J.C.; REARTE, D.H., and SANTINI, F.J. Utilización de Silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. En : Boletín técnico. N° 117. EEA INTA Balcarce, 1993.

²¹ Ibid.

²² FISHER D. S. y BURNS, J S. Quality analysis of summer-annual forage.II. In: Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation : Agronomy Journal. 79 Vol. 2 (1987); p. 242-248.

²³ ELIZALDE, H. Cosecha y confección del ensilaje de maíz. In : Seminario de producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue. N° 12 (Osorno, Chile). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, 1990. p. 51-57.

²⁴ ELIZALDE, J.C., Op. cit.

consecuencia, esto ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje cerca de un 50-60%, incluso en aquellos ensilajes bien conservados”²⁵.

“En ensilajes bien fermentados, el nitrógeno está constituido principalmente por aminoácidos libres. Mientras tanto, en aquellos mal conservados, los aminoácidos son degradados por microorganismos del género *Clostridium*, entre otros. La acción de estos M.O. produce elevadas concentraciones de amidas, aminos y amoníaco”²⁶.

Existen estrategias específicas para modificar esta degradación proteica, como por ejemplo:

- Provocar una rápida reducción del pH de la masa ensilado, a través de un buen aporte de CHO no estructurales (azúcares solubles y almidón).
- Eliminar rápidamente el aire (tamaño de picado y compactación).
- También se consiguen reducir las pérdidas por proteólisis al aumentar el contenido de materia seca del material a ensilar (pre-marchitado).

4.5 PH DEL ENSILAJE

Cuando el pH de un ensilaje es superior a 5 pueden actuar bacterias indeseables, como el *Clostridium saccharomises*, que fermenta a los CHOS y ácidos orgánicos produciendo ácido butírico, dióxido de carbono e hidrógeno (ensilaje color negro y olor a rancio). Incluso, otros M.O. proteolíticos fermentan a los aminoácidos (AA) y generan especialmente, amonio (olor a amoníaco o a orina) y aminos (olor a pútrido). Estas últimas son potencialmente reductoras del consumo voluntario de los animales²⁷.

Además, las bacterias coliformes actúan particularmente cuando el forraje posee un elevado porcentaje de humedad, o bajo nivel de azúcares.

²⁵ MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R. y HERON, S. The biochemistry of silaje. 2ed. Marlow: Chalcombe publication, 1991. p. 340.

²⁶ ELIZALDE, J.C., Op. cit.

²⁷ BERGEN, W. G.; CASH, E. H. and HENDERSON, H.E. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep (1974.). Citado por : J. Anirn. Sci. 39629.

Algo similar a lo que ocurre con las enzimas, las fermentaciones generadas por estos M.O. producen una disminución tanto de la materia seca (MS) del ensilaje como de la energía del mismo. Sin embargo, la acción de estos microorganismos se ve inhibida cuando el pH es inferior a 4.5, por ello, en la medida que éste descienda rápidamente se reducen las pérdidas causadas por estos agentes extraños.

El rápido aumento de la acidez del ensilaje está vinculado directamente con la MS del forraje verde. A medida que aumenta el porcentaje de MS se requiere un pH menor para lograr la estabilización del material. Por ejemplo, si la planta verde tiene un contenido de 35% de MS el ensilaje se estabiliza con un pH cercano a 5. En estas condiciones se detiene el desarrollo de los microorganismos que generan fermentaciones secundarias²⁸.

Cuadro 2. Contenido de MS para estabilizar un ensilaje

Materia seca %	pH
15-20	4.0
20-25	4 - 4.2
25-30	4.2 - 4.4
30-35	4.4 - 4.6
35-40	4.6 - 4.8

Fuente: FERNÁNDEZ MAYER, Aníbal.

4.6 EFECTO DE LOS AGV Y DEL AMONIO

El contenido de los AGV en el material ensilado, varía en función del nivel de materia seca del cultivo y de la técnica de ensilado empleada. El ácido láctico oscila entre el 4 al 6% de la MS cuando la MS del cultivo varía del 22 al 35%, respectivamente.

“La presencia de ácido butírico, producto de las fermentaciones indeseables por Clostridium especialmente, en un ensilaje de buena calidad deberían ser prácticamente nulas, en cambio, en uno de mala calidad puede superar el 10% sobre base seca”²⁹.

²⁸ ELIZALDE, J.C.; REARTE, D.H., and SANTINI, F.J. Corn silage supplementation of cows grazing winter oats. Dynamics of digestion and ruminal environment. Anim. Feed Sci. Technol. (38 :161), 1992.

²⁹ BERTOIA, Op. cit.

Cuadro 3. Perfil típico de un ensilaje bien fermentado

Perfil	Análisis
pH del ensilaje	3.6 – 4
N-amoniaco/N total	< 6 %
N soluble/N total	< 50 %
Productos finales de la fermentación	
Ácido láctico	4 - 6 %
Ácido acético	< 2 %
Ácido butírico	< 0.1 %
Ácido propiónico	< 0.5 %
Etanol	< 0.5 %
Poblaciones microbianas	
Levaduras	< 100.000 UFC/g *
Hongos	< 100.000 UFC/g *
Organismos aeróbicos	< 100.000 UFC/g *
* Unidad formadoras de colonias por gramo de silaje	

Fuente: BRAGACHINI, M., et al

4.7 COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DE UN ENSILAJE DE MAÍZ

El ensilaje de maíz en teoría es un alimento de alta concentración energética. No obstante su DIVMS, a partir de la cual se calcula la energía, es entre mediana a baja ya que por lo general se ubica en el rango del 55 al 65%. Este es el primer punto a tener en cuenta, e indica que o bien el porcentaje que los animales digieren del ensilaje (digestibilidad in vivo) es bajo, o que la DIVMS no es adecuada como estimadora de la digestibilidad in vivo.

En cuanto a su composición química, es un recurso alimenticio con mediano a alto contenido de pared celular (FDN), la cual se encuentra entre el 40-60% y tiene, a su vez, de 10 a 30% de almidón, dependiendo de la cantidad de grano en la planta. Por lo tanto el ensilaje de maíz, desde un punto de vista nutricional, es una mezcla principalmente de FDN y almidón. Además contiene de 5 a 10% de hidratos de carbono solubles, cuya proporción disminuye en cultivos muy maduros o cuando hay consumo de los mismos durante el proceso de ensilaje debido a una mala compactación. Finalmente tiene un bajo contenido proteico que varía del 7 al 9% y es relativamente constante.

4.8 EFECTO DE LA EDAD DE CORTE SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

A medida que avanza la madurez del cultivo, aumenta el contenido de almidón del 2% en emergencia de espiga, a 13% en grano lechoso y a 27% en grano lechoso/pastoso (mitad de línea de leche) y, en consecuencia, disminuye el contenido de FDN de 60 a 42%. Esto, como ya se mencionó, es debido al aumento de la proporción de grano, al avanzar la madurez cambian las proporciones relativas y disminuye la calidad de las fracciones. Por lo tanto, un ensilado de planta entera de maíz puede visualizarse como una mezcla de grano y de diversos tejidos fibrosos, en proporciones y calidad diferentes.

Todas estas características descritas anteriormente, deben ser tenidas en cuenta a la hora de elaborar todo el proceso de un ensilaje para obtener un producto de buena calidad, que proporcione óptimos beneficios en el animal y por ende beneficie las producciones de carne o leche de éstos; existen unas características organolépticas de los diferentes tipos de ensilaje que pueden servir de indicadores para determinar procesos y la calidad.

4.9 CARACTERÍSTICAS PARA RECONOCER LA CALIDAD DE UN ENSILAJE

4.9.1 Ensilaje bien fermentado (láctico)

- Color: amarillo-verdoso, al marrón verdoso. Marrón claro para maíz.
- Olor: agradable, avinagrado y picante.
- Textura: muy firme. Es difícil desagregarlo.
- Acidez: pH 3,3 - 4,0.
- Aceptabilidad: buena.
- Valor nutritivo: similar al forraje verde.

4.9.2 Ensilaje butírico

- Color: pardo o verde oliva.
- Olor: desagradable, rancio. No picante.
- Textura: blanda, de consistencia viscosa.
- Acidez: pH mayor a 4,5 en maíz.
- Aceptabilidad: muy baja, algunos animales pueden tolerarlo.
- Valor nutritivo: regular debido a la descomposición de las proteínas.

4.9.3 Ensilaje sobrecalentado

- Color: marrón.
- Olor: acaramelado, con un leve aroma atabacado.
- Textura: bastante floja. Es fácil desagregarlo.

- Acidez: muy variable.
- Aceptabilidad: muy buena por caramelización de los azúcares.

4.9.4 Valor nutritivo. Regular a bajo.

- Ensilaje mohoso.
- Color: manchas algodonosas blancas sobre una base grisácea-marronada.
- Olor: rancio. No picante.
- Textura: floja. A veces gelatinosa.
- Acidez: pH mayor a 5.
- Aceptabilidad: muy mala. El ganado no lo acepta.
- Valor nutritivo: muy bajo y muchas veces tóxico.

4.9.5. Ensilaje pútrido

- Color: verde oscuro, grisáceo o negro.
- Olor: repulsivo por la presencia de amoníaco y aminas típicas de los tejidos en descomposición.
- Textura: gelatinosa, blanda.
- Acidez: pH mayor a 5.
- Aceptabilidad: muy mala.
- Valor nutritivo: muy malo y muchas veces tóxico para el ganado.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SIEMBRA, MANTENIMIENTO Y COSECHA DEL CULTIVO

5.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL A SEMBRAR

Actualmente el mercado ofrece la alternativa de elegir las opciones de ciclos, tecnologías y base genética, más conveniente para cada necesidad.

Antes, elegir las semillas para grano o para silo era más o menos sencillo, actualmente la cantidad de nuevos materiales y la presión comercial que realizan las empresas apresuran la decisión, por lo tanto, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones y características del material para tener en cuenta al momento de decidir cuál será el mejor para la elaboración del ensilaje.

Lo que primero que se debe tener en cuenta es que el mejor material para grano no siempre es el mejor para silo. Esta afirmación se basa en que las líneas de mejoramiento y selección corren por carriles diferentes, por ejemplo para grano se buscan:

- Plantas de menor altura, para aproximar el centro de gravedad de la planta al suelo y de esta forma reducir la incidencia de los vientos disminuyendo el vuelco. Es evidente que plantas de menor tamaño y desarrollo, presenten menores producciones de MS total por hectárea que es contraproducente para silo.
- Tallos rígidos y fuertes para que la planta se mantenga bien erecta en avanzados estados de madurez y resistan la tracción de la cosechadora durante la trilla. Esto se logra incrementando el contenido de compuestos estructurales en tallo (más fibra) con lo que paralelamente se reduce la digestibilidad del mismo.
- Un grano de secado rápido que sin ser vidrioso tenga suficiente dureza como para que no se parta durante la trilla. Esta característica cuando el objetivo es el silo, no es conveniente ya que los granos tienen una ventana de picado muy estrecha, además si el grano se secó de más, es más difícil que el grano sea partido por la picadora. Además, un grano entero o muy seco y duro demoran más tiempo en ablandarse dentro del silo, con lo que provocan mayores pérdidas de grano por bosteo, en los primeros meses de haberse comenzado a suministrarse el silo³⁰.

Además, una alta producción de grano/ha no necesariamente se encuentra asociada con:

PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>>[Citado el 14 de Febrero de 2012]

- Altas producciones de MS/ha.
- Alta digestibilidad de la planta entera.
- Alto contenido de energía.

El largo del ciclo es importante. Materiales de ciclo largo, normalmente desarrollan plantas de mayor tamaño y con mayores producciones de MS/ha.

La planta de maíz está formada por tres partes: la espiga, el tallo y las hojas. La participación de cada uno de estos componentes sobre el peso total, es variable entre híbridos y entre ciclos. Normalmente, cuando hablamos de ciclos largos, la participación del tallo como componente del peso total es mayor, quedando en segundo lugar la espiga. En híbridos de ciclo más corto la partición de la MS es diferente, priorizándose la facción espiga en desmedro de la facción tallo. Lo que uno normalmente piensa, es que materiales que tengan mayores pesos de espiga deberían ser aquellos que también presenten valores de digestibilidad y energía mayor. Esta suposición no siempre es correcta, principalmente porque el tipo y cantidad de fibra que posee el tallo es muy importante para definir estos parámetros de calidad³¹.

- **Características básicas de un híbrido forrajero.** Toda la planta contribuye al rendimiento en materia seca.

Planta alta, foliosa, completamente verde y productora de forraje de calidad al momento de la cosecha (Picado).

Tallo rico en azúcares y poco fibroso, muy palatable y digestible para los animales, suficientemente sólido para asegurar la cosecha (Picado).

Un híbrido forrajero debe poseer un período de crecimiento prolongado para la zona considerada, es decir, con un ciclo más largo que los híbridos graníferos más utilizados en el lugar, cañas y raíces fuertes, hojas todavía verdes al momento de madurez fisiológica, alto rendimiento de grano y elevado valor nutritivo por unidad de peso del forraje³².

Debe tenerse siempre presente que *la elección del híbrido es sólo un aspecto de los muchos que afectan la cantidad y calidad final del forraje ensilado*. Existen muchos factores relacionados al manejo del cultivo que si no son bien controlados podrán hacer fracasar el mejor híbrido.

³¹ FERNÁNDEZ MAYER, Op. cit.

³² BARTOIA, Op. cit.

Cuadro 4. Catálogo para la elección de la semilla de maíz con las especificaciones de cada material

Maíz		Evento							Caracteres agronómicos			Caracteres biotecnológicos							
		Madurez Relativa	GDU siembra-floración	Días a Floración**	Días a 20% humedad**	Altura de planta (cm)***	Altura de espigas (cm)***	Tolerancia a Roya común	Tolerancia a Roya polvosa	Tolerancia a H. Turcium	Tolerancia a Spiroplasma	Calidad de tallo	Tolerancia a vusico	Tolerancia a hongos de espiga	Tolerancia a D. saccharalis (barrenador de tallo)	Tolerancia a H. zea (escoba de la espiga)††	Tolerancia a S. frugiperda (gusano cogollero)††	Tolerancia a gifosato	Tolerancia a glufosinato (Liberty®)
SUB TROPICALES	30P70	130	810	59	160	280	140	Media	Baja	Muy Alta	Muy alta	Media	Media	Muy alta	-	-	No	No	
	30T17	131	810	60	160	290	140	Media	Baja	Muy Alta	Muy alta	Media	Media	Muy alta	Muy alta	Media	Alta	No	Si
	P22310*	132	850	60	161	300	140	Media	Media	Muy alta	Muy alta	Media	Media	Muy alta	Media	Alta	No	Si	
	P3630*	134	860	62	163	310	150	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Media	Muy alta	Media	Alta	No	Si
	30B37H	134	850	63	164	300	150	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Muy alta	Media	Alta	No	Si
	30B370M*	134	850	63	164	300	150	Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Muy alta	Media	Alta	Si	Si
	30F35H	136	860	63	163	310	150	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Media	Muy alta	Media	Alta	Si	Si
	30F35H	136	860	63	163	310	150	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta	Alta	Media	Muy alta	Media	Alta	No	Si

*Impresión base VCI. **Sin datos. ***Sin datos. ****Sin datos. *****Sin datos. Especifico por cultivar. **Especifico por cultivar. ***Especifico por cultivar. ****Especifico por cultivar. *****Especifico por cultivar. ††Especifico por cultivar. †††Especifico por cultivar. ††††Especifico por cultivar. †††††Especifico por cultivar.



Soja		Tecnología	Hábito de crecimiento	Color de flor	Color de pubescencia	Color de tallo	Días a floración*	Días a cosecha*	P. 1 000 granos (g)**	Caracteres agronómicos	Tolerancia a vusico	Tolerancia a diabrotica	Adaptación a entresurcos estrechos	Despeje 1 ^{er} vaina	Tolerancia a enfermedades	Efectura	Canro	Nematodos de la raíz	Muerte súbita (fusarium)	Mancha Ojo de rana (MOR)	Medalida de comercialización
VARIEDADES	30P70	30T17	30B37H	30B370M*	30F35H	30F35H	30P70	30T17	30B37H	30B370M*	30F35H	30P70	30T17	30B37H	30B370M*	30F35H	30P70	30T17	30B37H	30B370M*	30F35H

Fuente: PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>>[Citado el 14 de Febrero de 2012]

5.2 ELECCIÓN DEL LOTE

Para la elección del lote se tuvieron en cuenta varios aspectos:

- El acceso fácil a carreteras, con el fin de facilitar el transporte de la maquinaria del maíz del cultivo al punto donde se va a ensilar y el silo al punto de distribución principal, el establo en este caso.

Foto 1. El lote rodeado por la carretera de acceso de la maquinaria y vehículos de transporte



- La ubicación del lote, buscando que la parte más larga de éste (sentido en el que se efectúa la siembra), estuviera en sentido oriente occidente y buscando además eficiencia en el tiempo de uso de la maquinaria.

Foto 2. Ubicación del lote



- Elegir un lote con cierta capacidad de retención de agua, pero sin encharcamientos, ya que este cultivo especialmente presenta poca tolerancia a humedades altas y aguas estancadas, presentando enfermedades y por ende descenso en la producción.

Foto 3. Evidencia de cómo afecta el exceso de agua la población y el desarrollo de las plantas



- En cuanto al análisis de suelos se evaluó principalmente el nitrógeno por ser el primer nutriente limitante de la producción y el aluminio, pues éste tiene efecto restrictivo sobre el resto de nutrientes.

Tabla 1. Análisis suelo lote 8 Hacienda El Chorro

Identificación		<u>Análisis de Suelos</u>		Reporte No. 25743
Nombre	VERONICA TOBAR ALVAREZ	Municipio	Agushica (Cesar)	Cultivo actual
Nit o C.C.	1037584309	Vereda	Sin Nombre	Cultivo anterior
Dirección	CRA 42A N° 30C - 24	Finca	El Chorro	
Teléfono	261 08 72	Área	- Ha.	
Fax	312 772 44 60	Profundidad	- cms.	
Email	vero_tobar1@hotmail.com			
F. Recibo	14-FEB-11			

Código	Identificación en el campo	Textura				pH	C.E.	M.O.	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N-N03	N-NH4	N
		A%	L%	Ar%	Clase																			
SP11756		46	30	24	F	6.2		2.2	-	5.2	1.2	0.13		6.5	6	2	78	11	2	1	nd			

Observaciones

Métodos

Textura : Bouyoucos; pH : Agua (1:1); Conductividad eléctrica: Extracto de saturación; Materia orgánica: Walkley Black; Al : KCl 1M; Ca, Mg, K, Na : Acetato de amonio 1M; CICE : Suma de cationes de cambio; S : Fosfato monocalcico 0.008M; Fe, Mn, Cu, Zn : Olsen - EDTA; B : Agua caliente; NO3 : Sulfato de aluminio 0.025M; NH4 : KCl 1M; P : Bray II.

Tener en cuenta:

N.D.=No detectable
N.A.=No aplica
Para las unidades considere:
dSm-1 =mmho cm-1
cmolc kg-1 =meq/100 g suelo
ppm =mg kg-1

Revisión Agronómica

Fuente: Elaboración de la autora

Se verificó que no existieran siembras durante el mismo período de materiales blancos para evitar polinizaciones cruzadas, ni cultivos con requerimientos de sustancias distintas que afectaran el normal desarrollo de las plantas durante el ciclo.

Se hizo la adecuación del lote en cuanto a ramas largas sobre el terreno a sembrar que impidieran la entrada permanente del sol y durante todas las horas luz del día; al igual que un control de plaga preventivo, pues así el material sea transgénico, es bueno reducir la población existente alrededor en cercos vivos y para mayor control en el lote.

El terreno seleccionado fue un lote de 40 hectáreas repartido en dos lotes: uno de 19 hectáreas y otro de 21 que habían permanecido al servicio de la ganadería como lotes de pastoreo por un tiempo de 20 años, por lo tanto, los lotes se encontraban altamente compactados, con alta densidad de maleza, pues en la finca no se realiza control de maleza ni fertilización después de cada período de ocupación.

5.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

El paso a seguir fue la preparación del terreno, lo cual comenzó con la debida revisión de la disponibilidad de la maquinaria a utilizar y el mantenimiento de la misma para evitar problemas y retrasos en el proceso. Un pase de cincel que se llevó a cabo solo en las partes altas de los lotes (zonas más compactadas y con alta cantidad de piedra) para evitar invertir demasiado las capas del suelo, pero permitir aireación y desagregación de estas partes más compactadas, beneficiando así el crecimiento de las raíces y permitiendo que éstas puedan alcanzar la profundidad requerida tanto para estabilidad de la planta como para aprovechamiento de los nutrientes. Luego de esto, se hicieron dos pases de rastra pesada completos en los dos lotes para arrancar por completo las raíces, tanto de pasto como de maleza que quedaban, entre cada pase hubo un tiempo de ocho días de diferencia con el fin de esperar algún rebrote.

Foto 4. Preparación del terreno





5.4 PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

La semilla se trató previamente con Fipronil con el fin de obtener el mayor porcentaje de germinación posible y evitar que las semillas fueran consumidas por insectos, la dosis utilizada fue de 50 cc por bolsa de 60.000 semillas, el procedimiento consiste en impregnar completamente la semilla con el producto y sacudirlo para que éste quede repartido de manera homogénea y poner a secar por unos segundos al sol sobre una bolsa plástica para evitar apelmazamientos en las tolvas de la máquina sembradora.

Foto 5. Semilla tratada y expuesta al sol



“El fipronil pertenece a la clase de plaguicidas denominada fenil pirazola; se trata, principalmente, de productos químicos con efecto herbicida. El fipronil, sin embargo, actúa como insecticida; su acción se realiza por contacto y a través del

estómago. En pequeñas cantidades es soluble en agua; es estable a temperatura normal durante un año, pero no es estable en presencia de iones metálicos³³.

A la misma bolsa de semillas se le agregaron 70 ml de micorrizas líquidas con el fin de constituir entidades simbióticas entre el hongo y las raíces de la planta próximas a emerger. “Estas funcionan como un sistema de absorción que se extiende por el suelo y son capaces de proporcionar a la planta agua y nutrientes, protegiendo además, a las raíces de efectos adversos de algunos factores bióticos y abióticos. El hongo por su parte recibe de la planta azúcares y carbohidratos provenientes de la fotosíntesis³⁴.”

5.5 CALIBRACIÓN DE LA SEMBRADORA- SIEMBRA

Durante la siembra se deben tener en cuenta una serie de procedimientos con el objetivo de obtener una germinación pareja y una excelente disposición de las plantas.

Posterior a la preparación del terreno, se buscó que el lote tuviera humedad adecuada para asegurar germinación, sin necesidad de que ésta dependiera única y exclusivamente de agua lluvia (esto es necesario cuando no se cuenta con riego como en este caso).

La calibración de la sembradora se hizo según el tamaño del grano en el disco interno separador de semillas, la cantidad de semillas por metro lineal que se espera tener (7), la profundidad a la que se espera que ésta quede sembrada (5cm) y la cantidad de abono (70 kg/ha) que desea que la sembradora incorpore simultáneamente.

³³ RAP-AL URUGUAY. Fipronil [en línea]. <<http://webs.chasque.net/~rapaluy1/fipronil/ipronil.html>> [Citado el 23 enero de 2012].

³⁴ CHUNG, P. Aspectos generales de las micorrizas. Extracto libro. Hongos micorrícicos comestibles. Opción productiva aplicada a las plantaciones forestales. Aspectos generales. INFOR. 2005. p. 55.

Foto 6. El selector de semilla y el enrazador para la calibración de la máquina



La velocidad de siembra la debe conocer el operario de la máquina y la debe acomodar según las diferencias del terreno en cuanto a textura principalmente, evitando que al brincar por efecto de piedras grandes o falta de homogeneidad en la preparación del lote, se altere el número de plantas que deben quedar según la calibración previamente realizada.

Con el fin de verificar que tanto las tolvas dosificadoras de abono como las de semilla se estuvieran desocupando simultáneamente durante la siembra, se contó con un operario en la parte superior de la máquina quien es el responsable de verificar todo el proceso de siembra, evitar el taponamiento de algún conducto de salida o cosas como errores en la dosificación de semilla.

Todo esto con el fin de depositar la semilla en el suelo con una densidad de siembra objetivo, con separación entre semillas homogéneas que permitan desarrollar plantas vigorosas y proveer mazorcas uniformes, expresadas en mejores rendimientos.

Foto 7. Sembradora neumática de precisión de 6 surcos



5.6 GERMINACIÓN Y EMERGENCIA

“Una vez sembrada, la semilla absorbe agua del suelo y comienza a crecer la etapa VE (emergencia), llega cuando el coleóptilo brota de la superficie del suelo”³⁵, proceso que se dio a los 5 días exactamente, se dictó fecha de germinación completa y se procedió con la aplicación de un sello con un producto llamado Triasol a base de Atrazina al 90% (1.5 kg/ha) que permitiera controlar malezas de hoja ancha y gramíneas anuales.

³⁵ PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [Citado el 5 de febrero de 2012].

Foto 8. Germinación del lote



5.7 ELABORACIÓN DE DRENAJES

Una vez terminadas todas las prácticas de preparación y siembra y pasado el primer aguacero que mostrara los lugares de estancamiento de agua e inundación, se diseñaron los drenajes necesarios para evacuar de forma rápida el agua lluvia y evitar estrés de las plantas y enfermedades propias del maíz por alta humedad en el lote; los principales se hicieron con tractor y sanjeadora y éstos de reforzaron y se llevaron a la zona de desagüe con palas y picas.

Foto 9. Elaboración de drenajes



5.8 FERTILIZACIÓN

Debido a que se escogió un híbrido transgénico, no se utilizó ningún tipo de práctica para control y/o prevención de plaga, por lo tanto el procedimiento a seguir fue la primera abonada, antes de la etapa V6 “sexta hoja”. La planta pasa de la etapa vegetativa a reproductiva, por lo tanto, es momento de alta demanda en agua y nutrientes.

Los productos fueron los siguientes, dosificados por hectárea:

Úrea	2 bultos
Sulfato de Amonio	1 bulto
Dap	1 bulto
KCL	1 bulto

Foto 10. Mezcla y homogenización del abono



Foto 11. Planta en estado v6 sexta hoja momento de la primera fertilización



Fuente: PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [Citado el 5 febrero de 2012].

Para la fertilización del lote, igualmente se esperó que éste tuviera una humedad suficiente para disminuir pérdidas de los insumos aplicados por evaporación, teniendo en cuenta que no podía ser tanta la humedad como para impedir la entrada del tractor y las abonadoras o que éstos dejaran huella en el terreno que afectara calles y/o surcos.

Se utilizaron abonadoras de cuatro surcos dosificadas por cadenas y piñones.

Entre esta primera abonada y la segunda, se hizo otro control de maleza pero éste fue sólo en los focos visibles entre calles y alrededores del lote, pues el sello aplicado en post emergencia fue efectivo en el control, para esto se utilizó round up (180 cc) en lugares específicos.

Segunda abonada: antes de la etapa V12 “doceava hoja” es aquí donde es visible ya el primordio de la mazorca, esta aplicación no se hace con maquinaria pues ya la planta tiene un porte más alto y se vería afectada por el paso del implemento, la aplicación se hizo en bandas, igualmente sobre el suelo húmedo y dirigida a cada surco.

Foto 12. Etapa v12 doceava hoja, momento para la segunda abonada



Fuente: PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [Citado el 5 febrero de 2012].

Los productos fueron los siguientes, dosificados por hectárea:

Urea	2.5 bultos
Sulfato de amonio	1 bulto
KCL	1.5 bultos

En el momento de la germinación de los lotes, se notó un problema de la máquina sembradora, pues aunque se usó una máquina neumática de precisión, la efectividad se disminuyó debido a la falta de nivelación del terreno y se obtuvo alta densidad en los lotes; por este motivo y previniendo presentación de problemas por hongos, se hizo una aplicación de “comet”, un fungicida que asegura además protección contra enfermedades durante la etapa vegetativa persistiendo en la hoja 28 días o más, reduciendo la incidencia de los factores de stress y aumentándole la eficiencia fisiológica de la planta.

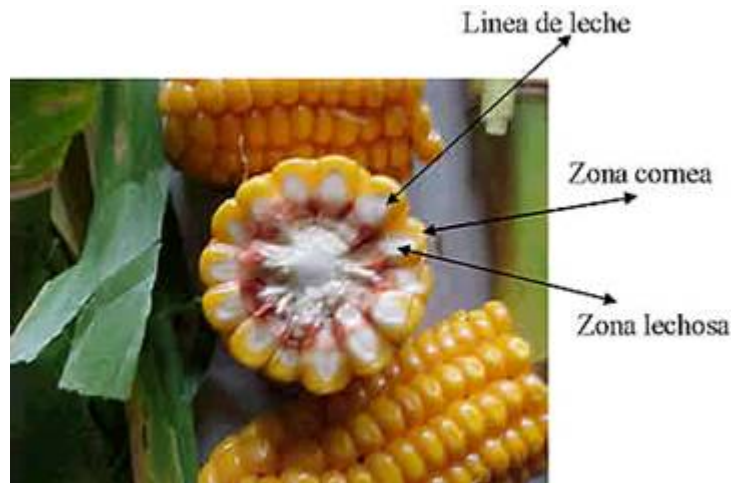
Esta aplicación se hizo aérea a razón de 1 litro de producto por hectárea, acompañada de un refuerzo de fertilización basado básicamente en nitrógeno (10 kg /ha).

5.9 COSECHA.

El estado de madurez del maíz a la cosecha, se determina en base a la humedad de la planta completa que idealmente debe estar entre un 30 – 35% de materia seca. En términos prácticos, puede ser determinada por el estado de avance de la línea de leche. La línea de leche se observa en el grano entre la parte líquida y sólida del almidón del grano de maíz (véase Foto 12). “Ésta se determina al romper una mazorca en la mitad y mirando los granos de la mitad de la punta de la mazorca. Esta línea avanzará desde el borde exterior del grano hacia la coronta. Cuando esta línea llega a la coronta (línea de leche de 100%), el grano habrá alcanzado su madurez fisiológica y en ese momento se observa un punto negro en su base”³⁶.

³⁶ PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [Citado el 5 febrero de 2012].

Foto 13. Sección transversal de la mitad superior de una espiga de maíz mostrando el desarrollo de la línea de leche



Fuente: PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [citado el febrero 5 de 2012]

Como se menciona anteriormente, el punto de cosecha es uno de los pasos más importantes para lograr una excelente calidad de silo, pues influye directamente en la calidad nutricional, digestibilidad y palatabilidad de éste; con el fin de minimizar las pérdidas y maximizar el aprovechamiento de los nutrientes que aporta, deben tenerse en cuenta varios aspectos.

Después de calibrar la cosechadora para lograr un tamaño de partícula entre 1 y 1.5 cm, con el fin de optimizar la compactación y reducir los espacios donde el silo pueda almacenar aire, verificar que la humedad del suelo permitiera el fácil desplazamiento de la máquina, se empezó la cosecha, una vez completa la primera zorra con el maíz picado, ésta se llevó al sitio destinado para la elaboración de los silos de montón; allí mediante la puerta de descarga trasera se fue depositando el material en pequeñas capas, las cuales iban siendo pisadas por el tractor hasta formar un montón de aproximadamente 30 toneladas cada uno, buscando crear una cámara de fermentación lo suficientemente amplia, aumentar la temperatura de la masa ensilada y optimizar con esto todo el proceso de fermentación, mejorando así su calidad; una vez conformadas las pilas o montones se procedió a taparlas con plástico negro y presionarlas con tierra de los alrededores, no se utilizó ningún aditivo de ninguna clase en el momento de la ensilada pues se consideró que el grano de maíz es abundante en el contenido de almidón y éste, mediante degradación previa, puede aportar el sustrato básico necesario para una adecuada fermentación. Las amilasas del grano y los

microorganismos que proliferan en la primera etapa, son capaces de desdoblar parte del almidón en azúcares mucho más simples, solubles en los jugos de la masa ensilada tales como maltosa, fructosa y glucosa, proceso que ocurre sólo con valores de humedad dentro del rango óptimo; con valores inferiores, la actividad enzimática disminuye, hay baja transformación de almidón en azúcares simples, la fermentación se retrasa, se eleva la temperatura y se incrementan los niveles de pérdidas en cantidad y calidad; es por esto que todos los factores que tienen que ver con la cosecha, son de gran importancia y todos deben hacerse en el momento preciso.

Foto 14. Cosechadora de tres picorriles



Los silos de montón se dejaron herméticos y expuestos a una temperatura promedio de 35 grados centígrados durante un tiempo de 15 a 20 días para que éstos cumplieran paso a paso las fases de la fermentación descritas al principio de este trabajo.

Foto 15. Silos de montón



5.10 PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO

La producción se midió de acuerdo a la capacidad de las zorras que reciben el silo picado y la cantidad de éstas llenas que fueron depositadas en cada montón.

Cuadro 5. Cantidad de zorras y peso por montón elaborado y peso de éstas

	# Zorras 3300 g	# Zorras 2800 g	Total Zorras 3300 g	Total Zorras 2800 g	Peso total monton
	3300	2800			
SILO #1	0,5	2	1650	5600	7250
SILO #2	2	5	6600	14000	20600
SILO #4	2	7	6600	19600	26200
SILO #5	4	6	13200	16800	30000
SILO #6	5	5	16500	14000	30500
SILO #7	5	5	16500	14000	30500
SILO #8	5	5	16500	14000	30500
SILO #9	4	7	13200	19600	32800
SILO #10	2	6	6600	16800	23400
SILO #11	5	5	16500	14000	30500
SILO #12	1	12	3300	33600	36900
SILO #13	7	5	23100	14000	37100
SILO #14	6	6	19800	16800	36600
SILO #15	5	6	16500	16800	33300
SILO #16	5	5	16500	14000	30500
SILO #17	7	7	23100	19600	42700
Promedio por /ha					42

Fuente: Elaboración de la autora

El promedio de los dos lotes fue de 42 toneladas por hectárea, comparada con los datos recopilados de resultados anteriores con el material que utilizaban en el mismo lote del que hay registros máximos de 31 toneladas por hectárea y el inmediatamente anterior, la cosecha pasada para el cual se registran 23,9 toneladas por hectárea.

6. CONCLUSIONES

- El resultado evidentemente confirma que la sanidad vegetal producto de una planta que no es atacada por ningún tipo de plaga, que su tecnología permite mayor control y manejo de malezas que compiten con ella por agua, luz, nutrientes y mejora capacidad de asimilación de éstos, se traduce en mayor producción; adicionalmente, su modificación genética adaptada para ser un cultivo forrajero sin ir en detrimento de la calidad, ni de el forraje, ni del grano, lo hace más atractivo para los productores y ganaderos interesados.
- La reducción de costos de mano de obra es un aspecto importante de anotar, pues como se mencionó, no se realiza ninguna práctica de prevención ni control de plaga, además de reducir el impacto medioambiental que éstos tienen.
- La reducción en riesgos, pues la plaga en estos cultivos es una de las principales amenazas.
- El mayor aprovechamiento de la tierra, pues en la misma área se produjo mayor cantidad de silo.
- La reducción en los costos de alimentación de animales del establo, pues se redujo el consumo de concentrado y aumentó el consumo de silo, ya que por ser éste de mejor calidad, sus características organolépticas cambiaron positivamente y el ganado aumentó el consumo notablemente.

Costo del kg de concentrado \$	(1000)
Costo del kg de silo \$	(86)

- El incremento en el costo de la semilla al utilizar este material se compensa con los costos que requiere un manejo integral de plagas para un híbrido convencional.

BIBLIOGRAFÍA

BERGEN, W. G.; CASH, E. H. and HENDERSON, H.E. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep (1974.). Citado por : ANIRN, Anirn. Sci. 39629.

BERNAL EUSSE, J. y CHAVERRA, H. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Tercer mundo editores. IICA octubre, 2000. p. 162.

BERTOIA, L. Algunos conceptos sobre Ensilaje. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 2004. p 15-16.

FORRAJICULTURA. Silaje de maíz y sorgo granífero. [en línea]. <
<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/SILAJE%20DE%20MAIZ%20Y%20SORGO%20GRANIFERO.pdf>>. [Citado el 13 de Febrero de 2012]

CARRETE, J.R., et al. Maíz para silaje: Efecto del momento de cosecha sobre la producción y el valor nutritivo del forraje. En : Revista de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino, II (6): 2-5. (1997).

CAÑEQUE, V.; GUIA, E. y LUZURIAGA, S. Bases técnicas del ensilado de forrajes. Madrid: INIA, 1987. 55 p.

CHUNG, P. Aspectos generales de las micorrizas. Extracto libro. Hongos micorrícicos comestibles. Opción productiva aplicada a las plantaciones forestales. Aspectos generales. INFOR. 2005. p. 55.

CLAUS, D. y BERKELEY, R.C.W. Genus Bacillus. In : Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Citado por : Baltimore: Williams and Wilkins, 1986. p. 1105-1139.

DEVRIESE, L.A. et al. The Genus Enterococcus. Citado por : Balows et al., 1992, q.v. p. 1465-1481.

ELIZALDE, H. Cosecha y confección del ensilaje de maíz. In : Seminario de producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue. N° 12 (Osorno, Chile). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, 1990. p. 51-57.

ELIZALDE, J.C.; REARTE, D.H., and SANTINI, F.J. Utilización de Silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. En : Boletín técnico. N° 117. EEA INTA Balcarce, 1993.

- FERNÁNDEZ MAYER, Aníbal. Los procesos fermentativos del ensilaje. En : Silaje de planta entera. Cap. I:4-11 (1999). EEA INTA Bordenave.
- FISHER, D.S. y BURNS, J.S. Quality analysis of summer-annual forage.II. Effects of carbohydrate constituents on silaje fermentation. En : Agronomy Journal. 1987, Vol.2; p. 242-248.
- GARCÉS MOLINA, Adelaida María, et al. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. En: revista lasallista de investigación. Vol.1,No.1; p.1-6
- HAMMES, W.P. et al. The Genera Lactobacillus and Carnobacterium. Citado por : BALOWS, et al., 1992, q.v. p. 1535-1594.
- HONIG, H. y WOOLFORD, M K. Changes in silage on exposure to air. En: Forage Conservation in the 80s. (11:1980: Hurley). Citado por : THOMAS, C. BGS Occasional Symposium. Hurley: British Grassland Society, 1980. p. 76-87.
- HOLZAPFEL, W.H., y SCHILLINGER, U. The Genus Leuconostoc. Citado por : Balows et al., 1992, q.v. p. 1508-1534.
- KILKENNY, J.B. Utilization of maize for beef production. In: Forage maize production and utilization. Citado por : BUNTING, E.S., et al. Agr. Res. Cou. London, 1978. p. 201-238.
- KUNG, L. y SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on Forage. En: Agricultural & Life Sciences Madison. Vol. 3, No.13 (2001).
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R. y HERON, S. The biochemistry of silaje. 2ed. Marlow: Chalcombe publication, 1991. p. 340
- MOISIO T. y HEIKONEN M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. En : Anim. Feed Sci. Techol. Vol. 47 (1994); p.107-124.
- MUCK, R. E. Factor influencing silaje quality and their implications for management. En: Journal of dairy science. V 71, n° 11(1988); p. 2992-3002.
- PIONEER A DUPONT BUSINESS. Calidad de siembra en el maíz. [en línea]. <<http://mexico.pioneer.com/Portals/0/otras/agronomia/hojas%20tecnicas/Calidad%20de%20Siembra.pdf>> [Citado el 13 de febrero de 2012].

RAP-AL URUGUAY. Fipronil [en línea].
<<http://webs.chasque.net/~rapaluy1/fipronil/ipronil.html>> [Citado el 23 enero de 2012].

WEISS, N. The Genera *Pediococcus* and *Aerococcus*. (1992). Citado por :
BALOWS, et al. q.v. p.1502-1507.

WILKINSON, S.R.; ADAMS, W.E. y JACKSON, W.A. Chemical composition and in vitro digestibility of vertical laepers of coastal bermudagrass. *Agron.* 1970. J. 62:69.

WOOLFORD, M.K. *The Silage Fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. [Microbiological Series, No.14].