

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Manejo de ensilajes (maíz y triticale) para la alimentación animal

Por

MARCO ANTONIO IGLESIAS CONTRERAS

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Manejo de ensilajes (maíz y triticale) para la alimentación animal

Por

MARCO ANTONIO IGLESIAS CONTRERAS

MONOGRAFIA

Que se somete a consideración de H. Jurado Examinador como requisito

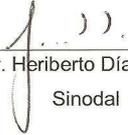
Parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

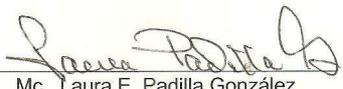


M. Sc. Ricardo N. Silva Cerrón

Presidente



Dr. Heriberto Díaz Solís
Sinodal



Mc. Laura E. Padilla González
Sinodal



Coordinador de la División de Ciencia

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2011



II

AGRADECIMIENTOS

Al G.: A.: D.: U.:, por darme la gracia de la vida y darme la capacidad de enfrentar los retos que esta ofrece, aprendiendo que las cosas que en verdad valen la pena necesitan de esfuerzo para realizarse, y sobre todo que en los momentos más críticos está ahí para apoyarme y encontrar solución.

A mi Alma Mater, por darme la oportunidad de haberme formado como persona y como profesionalista, y por los momentos que en ella pase.

Al M. Sc. Ricardo Silva Cerrón, por el apoyo incondicional que siempre me brindo durante mi estancia en la universidad y fuera de ella, así mismo para la realización de esta publicación.

A la M.C. Laura E. Padilla González, por aceptar participar en este trabajo, por el tiempo invertido en la revisión y corrección para que este fuera de la mayor utilidad posible.

Al Dr. Heriberto Díaz Solís, por aceptar participar como asesor, por el tiempo invertido en la revisión y corrección del mismo.

A mis compañeros de generación, por los momentos inolvidables que compartimos: Martín Mendoza, Cesar Reyes, Miguel Ángel Bautista, Juan Carlos Hintze, Rubén Pecina, Federico Martinez, Leonel López Antonio Vasco.

A la familia Reyes Gaytan por brindarme su amistad incondicional durante todos los años que permanecí en la universidad.

DEDICATORIA

A mi padre Prof. Heriberto Iglesias Meza, por haberme apoyado durante toda mi carrera, porque cuando tropecé estuviste ahí para levantarme y alentarme a seguir hasta ver terminado uno de tus propósitos, verme desarrollado como profesionista y hombre de bien.

A mis tíos Elisa Ruiz Pérez y Luciano Iglesias Meza, por ser parte de mi desarrollo, por la paciencia que tuvieron, por los consejos que hicieron encausarme por el buen camino lo cual agradezco mucho y no encuentro con que recompensar.

A mi esposa M. C. Alma Mireya Calzada Rivera, por ser mi inspiración para triunfar en la vida, ser la persona que comparte mi vida, triunfos y fracasos, porque eres ahora y siempre el amor de mi vida.

A mis hijas Bremia Jazmín y Elisa Iglesias Calzada por ser el motivo que me impulsa a seguir adelante.

A mis primos por apoyarme de uno u otro modo:

Oel Victor (+), Adalid , Nelly y Elmer.

A mis Amigos del Alma porque gracias a su ejemplo y consejos he logrado vencer las adversidades y conseguir uno de mis anhelos... ser alguien en la vida.

Celerino, Elfego, Elmer, Vioel, Carlos Cepeda, Juan Manuel, Elsie Luis, Marcos Cantera, Jacobo Cantera, Martín Reséndiz, Omar Cantera, Cruz Ibarra, Ausencia Ibarra, Martin Mendoza, Martín Ruiz, Manlio Ruiz, César Reyes, Miguel Ángel, Alfredo Reséndiz.

INDICE GENERAL

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	V
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
1 INTRODUCCION.....	1
2 LITERATURA REVISADA.....	3
2.1 DEFINICION, PROCESO Y CARACTERISTICAS DE UN BUEN ENSILAJE.....	3
2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UN ENSILAJE.....	6
3 ENSILAJE DE LA PLANTA ENTERA DEL MAIZ.....	10
3.1 SELECCIÓN DE HIBRIDOS.....	10
3.2 ESTADO DE MADUREZ DE LA PLANTA.....	11
3.3 CONTENIDO DE MATERIA SECA.....	13
3.4 ALTURA DE CORTE.....	15
3.5 TAMAÑO DE PARTICULA.....	16

3.6 TIPODE SILO.....	17
3.7 COMPACTACION.....	19
3.8 USO DE ADITIVOS	22
3.9 SELLADO	24
3.10 EXTRACCION.....	26
4 ENSILAJE DE TRITICALE.....	27
4.1 MADUREZ.....	28
4.2 MATERIA SECA.....	29
4.3 CORTE Y SECADO.....	29
4.4 TAMAÑO DE PARTICULA.....	30
4.5 COMPACTACION.....	32
5 CONCLUSIONES.....	33
6 LITERATURA REVISADA.....	34

INDICE DE TABLAS

TABLA		PAGINA
1	Parámetros adecuados de los diferentes forrajes a ensilar.....	5
2	Perdida de materia seca de acuerdo a la densidad del silo.....	8
3	Producción y calidad de ensilaje de maíz según la influencia de la etapa de crecimiento.....	13
4	Contenido de Proteína de acuerdo al estado fisiológico en el que se corta.....	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Diferentes híbridos.....	11
2	Estados de madurez del grano del maíz.....	12
3	Altura al corte del maíz para ensilaje.....	15
4	Tamaño de partícula en ensilaje de maíz.....	16
5	Silo bunker.....	17
6	Silo trinchera.....	18
7	Silo pastel.....	18
8	Tractor adecuado para compactación.....	20
9	Tractor inadecuado para compactación.....	20
10	Buen sellado.....	25
11	Silostop.....	25
12	Extracción correcta del ensilado.....	26
13	Planta de triticales.....	28
14	Secado de planta de triticales.....	30
15	Tamaño de partícula de triticales.....	31
16	Compactación de ensilaje de triticales.....	32

1. INTRODUCCION

A través de los siglos el hombre ha buscado alternativas que le permitan hacer más eficientes el uso de programas de alimentación y conservación de forrajes para alimentar al ganado. Esto aunado a la escasez y contaminación de agua y tierra para cultivo, han forzado a los productores a aprovechar las épocas de mayor producción de forrajes y guardar reservas para la época de menor producción. La conservación de alimentos en forma de ensilajes es una herramienta de manejo que permite a los productores almacenar recursos alimenticios. La función principal es, almacenar una gran variedad de forrajes por tiempos prolongados, con perdidas mínimas de calidad nutricional y una merma máxima de un 10% (Bolsen, 1992).

Técnicamente, en los últimos 125 años el proceso de ensilaje no ha cambiado mucho, sin embargo, desde el punto de vista biotecnológico, los conocimientos de microbiología han aumentado en forma importante a partir de la segunda mitad del siglo. Gracias a estos conocimientos, la utilización de híbridos que aumentan las cantidades de forraje, el uso de aditivos que incrementan la producción de ácido láctico y mejoran el proceso, hoy se pueden elaborar buenos ensilados conservando las características del forraje (Sánchez, 2005). Por lo cual, el ensilaje se ha transformado en una herramienta importante para los productores de leche, al mejorar el manejo de la producción de cultivos y el programa de alimentación. Sin embargo, se requiere de una inversión y experiencia técnica. Entender el principio del ensilado para preservar el cultivo es importante, pues permitirá tomar

buenas decisiones de manejo, reduciendo así, las pérdidas que ocurren cuando un recurso fresco es ensilado y conservado por largos periodos de tiempo en un silo (Woolford, 2002).

Por lo tanto el objetivo del presente trabajo es actualizar la información del manejo de silo de maíz (*Zea mays*) y triticale (*triticosecale* Wittmack).

Palabras clave: Ensilajes maíz y triticale, alimentación

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Definición, proceso y características de un buen ensilaje.

El silo es la conservación de un recurso de alimento, que se basa en la eliminación de oxígeno de la masa de alimento, para promover la fermentación anaeróbica de azúcares a ácido láctico por bacterias ácido-lácticas, que causa un incremento en la acidez inhibiendo la degradación de ensilaje por: enzimas vegetales, especies indeseables de bacteria, levaduras y hongos; y las mismas bacterias ácido lácticas. (Wattiaux, 2000).

En el proceso de ensilaje se pueden utilizar diferentes materiales siendo los más comunes gramíneas y/o leguminosas como son: Maíz, triticale, alfalfa. Dentro del proceso de ensilaje existen cuatro fases para obtener un buen ensilaje:

1. **Aerobia:** Es cuando se está cortando y almacenando el material a ensilar y al estar expuesto al aire, existe respiración y degradación de nutrientes en presencia de oxígeno de 1 a 2 días (Wattiaux, 2000). Esto ocasiona pérdidas de hasta 5% (Bolsen, 1992).
2. **Fermentación:** Durante este proceso se encuentra la temprana, la láctica y la butírica. **Durante la fermentación temprana**, se produce ácido acético, fórmico y otros ácidos orgánicos como resultado del crecimiento de bacteria enterobacteria las cuales pueden vivir en presencia o ausencia de oxígeno, este periodo es de 48 hrs. (Wattiaux, 2000). **La fermentación Láctica** es cuando el Oxido de carbono ha sido consumido en su totalidad quedando

saturado de Dióxido de carbono, comienzan a desarrollarse rápidamente las colonias de bacterias acidolacticas que son totalmente anaeróbicas estrictas esto ocurre en un tiempo de 14 días (Barberis, 2005). **La fermentación ácido butírica**, es ocasionada por bacterias clostridia, si la producción de ácido láctico no es suficiente, la acidez, la cual debe de ser menor a un ph de 5 para estabilizar el ensilaje, no será suficiente para controlar las bacterias clostridia.

3. **Estable:** Esta se da en presencia de ácido láctico que inhibe la degradación. Luego de 14 días de fermentación un ensilaje de gramíneas contiene de 1.5 a 2% de ácido láctico y un rango de pH de 3.0 < 5 a 4.2 En leguminosas como alfalfa, sin embargo, el pH difícilmente cae por debajo de 4.5 aun en las mejores condiciones. Esta fase puede durar meses o años mientras el silo se mantenga cerrado y protegido de oxígeno (Wattiaux, 2000).

4. **Extracción:** Etapa que se da después de los veintiún días cuando se considera que la fermentación esta completa y el producto tiene las características necesarias para utilizarse. (Bolsen, 2000).

Los parámetros a considerar para determinar la calidad de un ensilaje se pueden observar (Tabla No.1).

Tabla No.1.- Parámetros adecuados de los diferentes forrajes a ensilar.

	H	M S	P C	FDA	FDN	pH	COLORACION	AROMA
SILO ALFALFA	55-60%	40-45	20 O Más	30 o menos	36 o menos	4.5	Color original acaramelado	Acido dulzon
SILO MAIZ	65-70%	30-35	7-10	31-36	48-54	3.6 a 4	Color original acaramelado	Acido dulzon
SILO AVENA	65-60%	35-40	14-17	33-39	50-59	3.6 a 4	Color original acaramelado	Acido dulzon

(Shaver, 2004) H: humedad en %; MS: Materia seca en %; PC: Proteína cruda en %; FDA fibra ácido detergente; FDN fibra neutro detergente.

Los rangos óptimos para los diferentes materiales a ensilar son:

PH: Este es el indicador de acidez del silo, lo ideal esta entre 3,6 y 4 para gramíneas y mínimo 4.5 para leguminosas.

COLORACION: Debe ser muy similar al material original solo con colores poco tenues.

AROMA ACIDO DULZON: Denota presencia de ácido láctico que es lo que se desea en realidad. (Barberis, 2005).

2.2 Factores que influyen en la calidad de ensilaje.

Los principales factores que influyen en la calidad del ensilaje son los siguientes (Keplin, 2006):

1. **Tipo de cultivo:** Gramíneas como maíz, sorgo y leguminosas como alfalfa y soya, ya que cada uno tiene características específicas como, más cantidad de azúcares fermentables en gramíneas y alta capacidad neutralizante en leguminosas.

2. **Estado de madurez al momento de la cosecha:** Esto es de suma importancia porque al cortarse en un estado adecuado la digestibilidad es muy buena, teniendo buena cantidad de carbohidratos y proteína según sea el cultivo a ensilar. (Bolsen, 2000)

Maíz: 1/3 línea de leche

Avena: Embuche

Alfalfa: Botón o máx. 10% flor.

3. **Contenido de materia seca del material ha ensilar:** Se debe vigilar bien este punto ya que un mal manejo de este, nos trae como consecuencia ensilajes con olores indeseables, otro tipo de fermentación a la que deseamos y presencia de bacterias y hongos por una mala decisión en el porcentaje de materia seca del material.

(Bolsen, 2000)

Maíz: 30-35%

Avena: 35-40%

Alfalfa: 40-45%

4. **Personal bien entrenado:** Es necesario entrenar bien a todos los implicados en este proceso, desde la persona que esta en el corte, para detectar tamaño de partícula, así como las personas que van a recibir el producto en la báscula y los que van a compactarlo y sellar el silo ya terminado para tener un ensilaje de calidad.

5. **Longitud del corte:** Este es importante para tener una buena compactación del material, así como un buen consumo y digestibilidad del producto final. (Bolsen, 2000)

Maíz: 1 a 3 cm

Avena: 1.5 a 4.5 cm.

Alfalfa: 1.5 a 4.5 cm.

6. **Tipo de silo (Construcción):** Importante decidir con tiempo sobre este punto para preparar con tiempo todo el material necesario.

7. **Velocidad de llenado y compactado:** Esto depende de los recursos de la granja, número de maquinas que estan cortando, camiones, la distancia al ensilado, número y tamaño de tractores disponibles, para favorecer un buen ensilado (keplin, 2006).

8. **Densidad del ensilado durante el compactado:** se tienen datos que en cuanto más sea el peso por metro cúbico, menor será la pérdida de materia seca durante el proceso (Tabla No. 2).

Tabla No 2.- Perdida de materia seca de acuerdo a la densidad en el silo

DENSIDAD (Kg MS/m3)	PERDIDAS DE MS (%) A 180 DIAS
160	20.2
225	18.8
240	15.9
255	15.1
290	13.4
350	10.0

Ruppel, 1992.

9. **Uso de aditivos:** Algunos aditivos van a ayudar a conservar mejor el ensilaje, ya que el uso de bacterias ácido lácticas especializadas en los inoculantes mejoraran la producción de ácido láctico, conservación de materia seca, y mayor producción de leche (Bolsen, 1992).
10. **Técnicas de Sellado:** Aquí es necesario la utilización de ciertos materiales, como: rollos de hule, lonas, uso de aditivos como ácido propionico, disminuir el tiempo de exposición de la capa superior al sol y aire, para evitar la formación de hongos (Bolsen,2000)
11. **Control de las actividades de la elaboración del ensilaje:** Es necesario llevar una supervisión de cada punto del proceso.
12. **Clima para la cosecha y extracción del material:** Aunque esto es más difícil de controlar es necesario tomar en cuenta el factor climático para realizar la cosecha preparando todo el equipo necesario para que en la primera oportunidad empezar y ensilar lo más que se pueda.
13. **Velocidad de extracción y uso:** Para tener un uso eficiente del producto, es necesario tener una adecuada extracción evitando la máxima exposición del material al aire y/o agua, por eso es necesario ser constante a la hora de sacar el ensilaje para utilizarlo en la ración. Es necesario calcular el volumen diario para no aflojar más de lo necesario y estimular las fermentaciones secundarias provocando baja en la calidad del producto final.

Además de esto, es necesario tener un panorama claro de cual va a ser el destino del producto; si va a utilizarse en engorda o para producción de leche esto para determinar el tamaño, la madurez y la cantidad de material que es necesario ensilar para satisfacer la demanda nutricional, además de acuerdo a la época del año establecer que tipo de cultivo ensilar (Keplin, 2006). (Tabla No.3)

3. ENSILAJE DE PLANTA ENTERA DE MAIZ (*Zea mays*).

Este cultivo se considera como el rey de los cultivos ensilables y ha ganado este nombre porque es el que contiene la cantidad necesaria de materia seca. Un elevado contenido de azúcares fermentables disponible, y baja capacidad neutralizante que permite bajar el PH, favoreciendo una excelente fermentación. También contiene una alta cantidad de grano lo que puede resultar en alto contenido de energía, tiene un ciclo de vida muy conocido, lo cual, permite estimar adecuadamente el tiempo de corte. La contribución más importante del ensilaje de maíz, es la de proporcionar un contenido importante de energía a la ración (Shaver, 2004).

3.1. Selección de Híbridos:

En este punto se selecciona el híbrido tomando en cuenta los diferentes factores tanto ambientales, tecnológicos y la presencia de plagas que se tengan en el lugar a establecer la siembra, con la finalidad de maximizar la producción y obtener lo que en realidad necesita para satisfacer la demanda

de nutrientes. Esto se debe acompañar por un adecuado manejo de siembra para tener un maíz de excelente calidad nutritiva (Satter, 2000).

El ensilaje de maíz ha sido considerado por mucho tiempo como un complemento el cual se utiliza solo para llenar la panza del animal (Keplin, 2006), este concepto se debe de cambiar por “proveedor de energía”, con excelente potencial para producir leche o carne. Por eso es necesario establecer el híbrido adecuado, apoyándose también de los análisis bromatológicos que otorgan las casas comerciales (Piñeiro, 2006).



Figura No. 1 Diferentes Híbridos.

3.2. Estado de madurez de la planta:

A mayor madurez del forraje, habrá mayor rendimiento por hectárea, incrementándose el contenido de fibra y disminuyendo la digestibilidad (Volenc, 1987), por lo cual es de suma importancia conocer el punto de madurez adecuada en la que se puede tener el máximo aprovechamiento del

maíz a ensilar. Este nos determina la presencia adecuada de almidones que proveerán la energía y este se debe de manejar con el concepto de línea de leche que presenta el grano de maíz (Fig. No. 2).

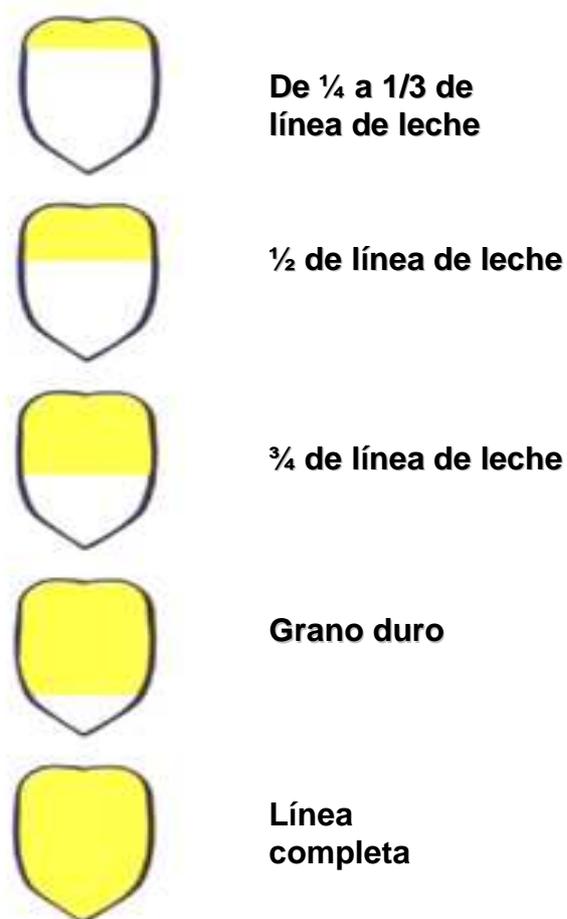


Figura No. 2.- Estados de madurez del grano del maíz.

Se determina el punto ideal de corte cuando el maíz presenta de $\frac{1}{3}$ de línea de leche (masoso-lechoso) esto va a depender de la maquinaria con que se cuente, por ejemplo: si se cuenta con maquinaria más rudimentaria el punto ideal de comienzo es a $\frac{1}{3}$ y con maquinaria más sofisticada que cuente con rolator se puede comenzar a $\frac{1}{2}$ de línea de leche (masoso), ya que con esto se expondrán los almidones a la fermentación. Es importante no perder

de vista la calidad de la planta entera procurando que se mantenga siempre verde hasta el final del ciclo. Según la madurez en la que se comience el corte es el rendimiento que se va a obtener como lo marca la Tabla No. 3.

Tabla No. 3.- Producción y calidad del ensilaje de maíz según la influencia de la etapa de crecimiento.

Etapa de Madurez	Humedad %	Producción Ton/ha. 65 %	Proteína cruda	FND	Digestibilidad
INICIO MAD.	73	39.5	9.9	48.0	79.0
1/3 LINEA LECHE	66	44.4	9.2	45.1	80.0
¾ LINEA LECHE	63	45.2	8.9	47.3	79.6
TOTAL MAD	60	44.4	8.4	47.3	78.6

UNIVERSIDAD DE WISCONSIN.1993

3.3. Contenido de materia seca:

Uno de los factores más importantes que influyen la calidad del ensilaje del maíz es su contenido de humedad en la época de la cosecha. En forma ideal, el ensilaje del maíz se debe cosechar cuando el contenido de humedad sea el apropiado para el tipo de silo a utilizar. Los contenidos de humedad recomendados son de 65-70 % (Pitt, 1990) Cortar el material a ensilar con el contenido de materia seca ideal evita la pérdidas por efluentes, que puede elevar la merma del producto e incluso la calidad del producto ya que en este escurrimiento se escapan nutrientes que son de suma importancia para el ganado, además de que es una fuente muy alta de contaminación (Bolsen, 1995).

Un alto contenido de humedad facilitará el crecimiento de bacterias del género *Clostridia*, las cuales desviarán el proceso de fermentación y dañarán los nutrientes, (Leibenserperger y Pitt, 1987); además de causar serios problemas de salud al ganado (toxemia). Si por el contrario la humedad es baja, habrá problemas en la compactación, presencia de oxígeno y crecimiento de hongos y bacterias coliformes; estos efectos se presentarán principalmente durante las primeras horas del proceso de ensilaje y el daño a los nutrientes causado por hongos será irreversible. (McDonald, 1991). Pero el problema de hongos no termina con el daño a los nutrientes del forraje; la presencia de micotoxinas puede llegar a causar una severa disminución a la producción láctea, daños hepáticos, abortos e incluso la muerte.

Las producciones de materia seca cosechada se maximizan con cerca del 65 % de humedad (Tabla No. 3) y las pérdidas se minimizan durante la alimentación, el almacenaje, y la cosecha. El retraso en la cosecha puede reducir la digestibilidad de la fibra y del almidón originado por la lignificación del rastrojo y los granos.

La materia seca debe ser monitoreada, para prevenir cosechar fuera del rango de humedad deseado. Se puede utilizar un probador comercial de forraje o un horno de microondas para determinar rápidamente el contenido de humedad.

Entonces si la humedad del ensilaje esta sobre los niveles ideales, si es posible debe retrasarse la cosecha (Pitt, 1990).

3.4 Altura de corte:

La altura de corte, es una decisión de importancia al momento de la confección del silo, ya que dependiendo de la altura, va a ser el rendimiento que se tenga por ha. Pero al aumentar la altura de entre 20 y 50 cm. como se indica en la figura No. 3, se deja la fracción más indigestible de la planta y mejora la proporción de espiga. Por lo tanto con esta simple acción sin costo se mejora la calidad del ensilado (Keplin, 2006). Esto reduce el contenido de NDF y ADF en 7 y 4 % respectivamente (Satter, 2000).



Figura No. 3. Altura al corte del maíz para ensilaje.

3.5.- Tamaño de partícula:

El tamaño de la partícula es de suma importancia, un tamaño uniforme permite una buena compactación y fermentación, además de que ayuda a un mejor funcionamiento del rumen (Harrison, 1991). Para cuidar este punto, se debe supervisar durante la cosecha, por que el tamaño de partícula puede variar mientras varia el contenido de materia seca de la cosecha, ya

que entre más seco esté el material, más difícil de picar por la ensiladora, además se deben de afilar dos veces al día las navajas de la maquina que corta el material. De forma teórica, como vemos en la figura No. 4, se dice que el tamaño ideal está entre 1 a 3 cm., (Bolsen, 2000). Además esto al momento de adicionarse en la ración totalmente mezclada cuando el porcentaje de silo es mayor de 9% esto hace que estimule la masticación produciendo cantidades necesarias de saliva para prevenir acidosis.



Figura No. 4. Tamaño de partícula en ensilaje de maíz

3.6. Tipos de silo:

Dentro de los tipos de silo de uso frecuente (Fig. No. 5,6 y 7), tenemos a los de trinchera, bunker y de pastel. El tamaño adecuado va a depender de la cantidad de forraje a ensilar, del espacio que se tenga dentro del rancho y del equipo con que se cuente. Los tres tipos han demostrado ser eficientes

en la producción de ensilaje, así que el uso va a depender de los factores antes mencionados y también por la preferencia o la comodidad de quien va a elaborar el ensilaje.



Figura No. 5. Silo bunker.



Figura No. 6. Silo trinchera.



Figura No. 7 Silo de pastel.

3.7. Compactación:

Este punto al igual que los demás es de suma importancia ya que un buen compactado del material nos garantiza la extracción correcta de aire, evitando así que se formen colonias de bacterias, hongos y otros patógenos indeseables, además evitamos la pérdida por respiración (Wattiaux, 2000) . Este se tiene que realizar lo más uniforme posible, el tractor no debe dejar de pisar en ningún momento, se recomienda al momento de acomodar el producto en el silo, que la pala del tractor no suba capas mayores a 30 cm. de espesor para que la presión que se ejerce tenga un efecto favorable. Hay ocasiones en que solo se acomoda el producto y esto nos trae como consecuencia estratos de material flojo, lo que propicia condiciones favorables para el desarrollo de microorganismos indeseables; el apisonado debe de realizarse tratando de hacer que las rodadas del tractor pase una en seguida de la otra. Si se tiene problema por la llegada continua de camiones

es preferible hacerlos esperar a que se amontone el material y que tenga un pisado deficiente. Es preferible utilizar tractores de rodada sencilla que de doble rodada por el efecto que tiene la rodada sencilla en el compactado (Fig. No. 8 y 9) Keplin, 2006.



Figura No. 8.- Tractor adecuado para compactación.



Figura No. 9. Tractor inadecuado para compactación

En cuanto a tasa de llenado y compactado se puede establecer por la siguiente formula, para ver cuánto tiempo se tiene que invertir por tonelada.

$TLLC \text{ (ton/hr)} = \text{peso tractor kg}/400$. (Ruppel, 1992).

TLLC: Tiempo de llenado

Con esto se puede determinar que entre más peso se tenga, en el tractor, más toneladas de producto podemos ensilar consiguiendo la calidad que se requiere. Por lo tanto entre mayor sea la densidad por metro cúbico menor será la perdida de materia seca (Ruppel, 1992).

3.8. Uso de aditivos:

Estos han sido utilizados durante todo el siglo veinte para mejorar la conservación del ensilado con la idea de asegurar que las bacterias de ácido láctico dominen a la fase de alimentación (Bolsen, 1995). Sin embargo, los aditivos para ensilaje no tuvieron un papel tan significativo sino hasta las últimas dos o tres décadas. Los aditivos se pueden dividir en tres categorías:

- 1) Estimulantes de fermentación, tales como inoculantes bacterianos y enzimas.
- 2) inhibidores de la fermentación, tales como ácidos propionico, fórmico y sulfúrico.
- 3) substrato o fuente de nutrimentos, tales como melaza, urea o de amoníaco anhidro.

Pero de los tres el que más ha recibido atención por parte de investigadores y productores es el de los inoculantes bacterianos, aunque de manera natural contamos con población bacteriana que realiza este tipo de fermentación, esta población silvestre es dominante y no tiene la cantidad de azúcares disponibles, por lo cual, no produce la calidad y cantidad suficiente para realizar nuestro objetivo (Woolford, 2006). Por lo tanto es necesario hacer uso de aditivos que contienen bacterias especializadas en la producción de ácido láctico en diferentes condiciones de temperatura y pH así como enzimas las cuales hacen más disponibles lo azúcares para la acción de las bacterias. Se busca de preferencia que sean homofermentativas acidolácticas queriendo decir que sean productoras exclusivas de ácido láctico para tener una reducción más rápida del pH

y que inhiba el crecimiento de otras bacterias conservando la proteína de las plantas. Dentro de las bacterias de mayor importancia a controlar son las del género *Clostridium* las que producen ácido butírico (Contreras, 2006). En revisión hecha por Kung y Muck (1997), mencionan que este tipo de inoculantes pueden mejorar el desempeño animal de un 3 a 5 %, en la mitad de las investigaciones realizadas para este aspecto. Un punto de suma importancia para la utilización de un inoculante bacteriano es que este nos debe aportar como mínimo 90 billones de bacterias vivas por ton o bien 100 000 por gramo de forraje para poder cumplir con los requerimientos para realizar una buena fermentación ácido láctica (Contreras, 2006).

Un inoculante debe de contener una o más cepas de bacterias productoras de ácido láctico. La especie homofermentativa más común es *Lactobacillus plantarum*, otras bacterias comunes son *Lactobacillus* o *Pediococcus* y *Enterococcus faecium* (Harrison, 1991). El producto comercial **sil all 4x4^R** (Alltech) ha sido adicionado con la bacteria *Lactobacillus salivarius*. Tiene ciertas características que mejoran la eficiencia del inoculante que a continuación se mencionan: Trabaja en un mejor rango de temperatura 5 a 45 grados C y de pH 5.7 a 4.2; No fermenta pentosas; Es una productora rápida de ácido, que raramente se encuentra en el ensilado; crece más rápido en cultivos mixtos con *L. plantarum*; Acción complementaria y sinérgica entre las dos bacterias; proveen una fermentación ácida más rápida, y mejores contenidos de ácido láctico, y mejora el contenido de proteína verdadera (Woolford, 2006).

3.9. Sellado:

Todos los involucrados en el negocio del ensilaje reconocen que el sellado de un silo horizontal (bunker, trinchera, pastel o pila) es el principal problema, pero también de los primeros en compensar la calidad. Es la culminación del proceso y al igual que los anteriores pasos se debe tener el mejor de los cuidados para evitar al máximo pérdidas por formación de costras externas. Debido a que mucha de la superficie está expuesta al aire, existe un gran potencial para la pérdida excesiva de materia seca y nutrientes. En este proceso se debe exponer la menor cantidad de tiempo posible a las condiciones del clima, en cuanto se llegue a la altura deseada el ensilaje debe ser tapado. Se recomienda el uso de hule y lona para que haya un mínimo de paso de aire a la capa superior del silo, y así cuando se vaya alcanzado la altura de cada tramo tapar, y no esperar hasta terminar el silo, de lo contrario se estaría dejando expuesto el material al aire, sol y agua. El monto de lo perdido puede ser entre 0.5 y 1.0 m de la parte superior (Bolsen, 1993; Holthaus 1995). Por ello debe construirse una barrera que proteja a la parte externa del sol, aire y lluvia, en la actualidad el material más efectivo que se tiene para sellar, es el polietileno, que después de ser colocado sobre la capa superior debe ser anclado con algún material pesado, por ejemplo llantas, Fig. No.10.



Figura No. 10. Buen sellado.

En la actualidad se ha diseñado una película de plástico transparente contra oxígeno, específica para el sellado que lleva por nombre silostop, la cual es un 20% más impermeable que el hule convencional por lo tanto mejora el sellado del silo (Bruno Rimini Ag Ltd., 2009) (Fig. No.11)



Figura. No. 11 Silostop.

3.10. Extracción:

Aunque el proceso se haya terminado este punto es de suma importancia ya que un buen manejo de la extracción nos va a permitir conservar la calidad del silo (Fig. No.12). Este se debe de realizar quitando de la parte superior hacia abajo, es importante dejar la cara que se va a exponer al aire lo más pareja y compacta para evitar la entrada de aire y calentamiento de este. Se deben de evitar extraer el silo de abajo hacia arriba para no formar grietas entre la cara ya que estas pueden avanzar una distancia de hasta dos metros, provocando calentamiento por reacciones secundarias por entradas del aire. Estas reacciones pueden ser provocadas por clostridios o levaduras que quedan en latencia y al tener contacto con el aire vuelven a tener actividad. Es recomendable destapar solo lo que se va a necesitar dependiendo la cantidad de silo a usar de 30 cm. hasta 1.5 mts es suficiente así evitamos exponer la superficie superior al agua y al aire (Bolsen, 2000).



Figura No.12.Extracción correcta del ensilado.

4. ENSILAJE DE TRITICALE (*Triticosecale Wittmack*).

El triticale (*Triticosecale Wittmack*), el cual es el resultado de la cruce de trigo x centeno, es un cultivo que reúne un alto potencial de producción de biomasa de un valor nutritivo adecuado, con una mayor tolerancia a factores adversos del medio ambiente como las bajas temperaturas (según Hinojosa, se tienen reportes de soportar heladas hasta temperaturas de -14 grados centígrados) por lo que puede producir una adecuada cantidad de forraje durante los meses con temperaturas bajas (Diciembre, Enero y Febrero), además de tener mayor tolerancia que los cultivos tradicionales a deficiencias de agua y nutrientes, y una adecuada resistencia a plagas y enfermedades. (Hinojosa, 2007)

La planta de triticale tiene una apariencia intermedia entre la planta de trigo y la planta de centeno (Fig. No.13), siendo más parecida a la del trigo. Normalmente el triticale es más alto que el trigo, posee unas hojas más gruesas y grandes, y las espigas son de mayor longitud que las del trigo y del centeno. Presenta un gran vigor, sobretodo en las primeras fases del ciclo. La presencia de ceras sobre las hojas, tallos y su modo de cristalización, hacen que las plantas muestren un color verde-azuloso que se maximiza poco antes del espigado. El grano del triticale muestra en algunas variedades un aspecto arrugado y en otras es muy parecido al grano del trigo.

El proceso que se requiere para ensilar este forraje es prácticamente el mismo que el maíz pero hay algunas variaciones que a continuación se van enumerando:



Figura No. 13. Planta de triticales

4.1 Madurez:

Con el propósito de obtener un buen rendimiento tanto en cantidad como en calidad nutritiva, y a la vez un buen rebrote, se recomienda realizar la cosecha, ya sea mediante pastoreo, empaque, verdeo o ensilaje, a más tardar en la etapa de embuche, debido a la cantidad de proteína que tiene en esta etapa (Tabla No. 4). (Lozano, 2004)

Tabla No. 4.- Contenido de Proteína de acuerdo al estado fisiológico en el que se corta

CONTENIDO DE PROTEINA (%) Encañe		Embuche	Masoso
Trigo	20	17	7
Avena	21	19	12
Triticale	27	19	8

Lozano, 2004

4.2 Materia Seca:

La materia seca recomendada para el proceso de ensilaje del triticale es entre un 35 y 40 % de materia seca, esto para un aprovechamiento óptimo ya que con un porcentaje menor de materia seca se tendrían fermentaciones indeseables, así como la presencia de clostridium en el producto final, además de olores indeseable, de la misma forma un contenido de materia seca por encima del 40% traerá como consecuencia problemas para la compactación, un ensilaje deficiente y presencia de hongos (Luna, 2002).

4.3 Corte y secado:

Para realizar el ensilaje de este cultivo al llegar al embuche se debe de cortar y dejar secando con la finalidad de esperar a que llegue a la materia seca deseada, dependiendo de las condiciones del tiempo, esto tardara entre 1 a 3 días (Fig. No. 14).



Figura No. 14. Secado de la planta de triticales

4.4 Tamaño de Partícula:

El tamaño ideal es de 1.5 a 4.5 cm., pero debido al grosor de su tallo y a lo hueco del mismo es difícil para la cortadora y podemos tener partícula con tamaño más grande, es necesario estar al pendiente sobre esto, dando la afilada correspondiente a las navajas cuidando el contenido de materia seca y madurez para tener el tamaño deseado de partícula y hacer más fácil la compactación Fig. No. 15.



Figura No. 15. Tamaño de partícula de Triticale.

4.5 Compactación:

Debido a la forma del tallo, el pisado se complica en mayor cantidad en comparación al maíz y al sorgo debido a que vamos a tener el tamaño de la partícula muy irregular, además de que es más difícil acomodar el producto ya que no cuenta con la misma habilidad de dispersión y compactación que el sorgo o maíz. Es necesario tener la materia seca adecuada para otorgar el pisado adecuado, ya que si pasamos la cantidad requerida quedara dentro del silo demasiado aire el cual nos traerá como consecuencia proliferación de hongos (Fig. No.16).



Figura No. 16. Compactación de ensilaje de Triticale.

En cuanto a los demás pasos del proceso del ensilaje, son similares al maíz, teniendo el mismo cuidado y dedicación para tener un excelente producto entre estos puntos se considera al sellado y extracción.

5. CONCLUSIONES

Al momento de realizar un ensilaje sea cual sea el material debemos tomar en cuenta las recomendaciones de cada uno de los pasos que constituyen este proceso, para tener un resultado excelente. Establecer el híbrido adecuado, cuando se está utilizando maíz, de acuerdo a la zona y verificar los valores nutricionales que aporta para que al momento de ofrecerlo a los animales, nuestra producción no se vea afectada. Seguir al pie de la letra las recomendaciones en los diferentes puntos del proceso como materia seca, tamaño de corte, estado fisiológico, tamaño de partícula, compactación, sellado y extracción, proporcionando el forraje de calidad que el ganado necesita para estimular una buena producción y conservando la salud ruminal. Esto aunado a un equipo bien involucrado, con la planeación adecuada y haciendo uso de la tecnología como el uso de aditivos para inocular con bacterias y sellar, tendremos el resultado esperado para evitar pérdidas nutricionales y económicas por mala elaboración de un silo. Reflejando todo esto en una mejor producción.

6. LITERATURA CITADA

1. Barberis, Silvio 2005; Ensilajes: fundamentos técnicos, forrajes utilizados y uso. Agroconsultora los Vascos, SRL pag. 15-35, Lima Perú.
2. Bolsen, K.K, R.N. Sonon, Jr., B. Dalke, R. pope, J.G, Riley, and A. Laytint, 1992. Evaluation of inoculate and NPN silage additives; summary of 26 trials and 65 farm-scale silages, Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. Of prog. 651:101-102.
3. Bolsen K.K. 1995. Silage. Basic principles, IN: Forages, vol. II the science of grassland Agriculture. R.F. Barnes, D. A. Miller, and C.J. Nelson (eds.). (5th ed). Iowa State University press. Ames, Iowa. Pp163-176.
4. Bolsen K. K., 2000. Guía de solución de problemas comunes de ensilaje, Memorias ronda lechera, alltech, México, D.F. pag. 20-28.
5. Bruno Rimini Ag, Ltd, 2009. Silostop, London, UK
6. Contreras Gevea, Francisco y Muck, Richad. 2006. Focus in Forage: Inoculantes microbiales para ensilaje. Wisconsin team forage. UW Extension. University Wisconsin Madison.
www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Microbial%20Inoculants%20for%20Silage-Espanol.pdf
7. Harrison, J.H. and S. Frasen 1991. Silage management in North America. In Field Guide for hay and Silage Management in North America, pg. 33. K.K. Bolsen,ed. Natl. Feed Ingredients Assoc. West Des Moines, Iowa.
8. Hinojosa B., Moisés; Ammar, Karin 2007. Triticale, una alternativa para el norte de México. CIMMYT, El Batan, Chih. México.
9. Holthaus, D.L., M.A. Young, B.E, Brent, and K.K. Bolsen. 1995. Losses from top spoilage in horizontal silos. Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. Of prog. 727: 59-62.
10. Keplin, Luis. 2006. Memorias; producción rentable de ensilaje; Torreón Coah. Pág. 60- 72.

11. Kung, L. Jr., and R. E. Muck, 1997. Animal Response to silage additives, p. 200-210, silage: Field to Feedbunk, vol. NRAES-99. Northeast Regional Agric. Engng. Service, Hershey, PA.
12. Leibensperger, R.Y. and R.E. Pitt. 1987 A model of Clostridial Dominance in Ensilage. Grass and Forage Sci. 42:297-317.
13. Lozano del Río, Alejandro Javier. 2004. Triticales forrajero para región lagunera, proyecto triticales; www.Agrobiotech.com.mx/triticales/TRITICALES_FORRAJEROS_PAR_A_LA_REGION_LAGUNERA/pdf
14. Luna Aguirre, Mario. 2002. El moderno proceso del ensilaje. Alltech México S.A., Pág. 23-28. México, D.F.
15. Magando Urdániz, Jesús; 2006. Como realizar correctamente un ensilado, AFRIGA, No.64; pag. 56-62, Navarra, España.
16. McDonald. P., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage (2nd ed.). Chalcombe Publ., Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent. UK.
17. Piñeiro, Guillermo. 2006. Cuidados en la confección de silo de maíz. www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/56-cuidados_confeccion_silos_maiz.pdf.
18. Pitt, R.E. 1990. Silage and hay preservation. Cornell University Cooperative Ex. Bulletin No. NRAES-5, Ithaca, NY.
19. Ruppel, K. A. 1992. Economics of Silage Management Practices: What Can I Do to Improve the Bottom Line of My Ensiling Business? Pages 125-136 in Proc. Natl. Silage Prod. Conf., Hershey, PA. NRAES-99. Northeast Reg. Agric. Ext. Serv., Ithaca, NY.
20. Sánchez, Carmina. 2005. Manejo moderno de Ensilajes, Alltech México, S.A. ce C.V., México, D.F.
21. Satter, L. D., V. Moreira, H. Santos; Z. Wu, and F. Kanitz. 2000. Relative feeding value of diverse corn silage hybrids. Pages 31- 46 in proc. Of Uw Arlington Dairy Day. Arlington WI.

22. Shaver, R. D. 2004, Forages for lactating Dairy Cows: Economic Significance. Pages 13-18. College Of Agriculture And life sciences. University of Wisconsin.
23. Volenec, J.J., J.H. Cherney, and K. D. Johnson. 1987. Yield components, plant morphology, and forage quality of alfalfa as influenced by plant population. *Crop. Sci.* 27:321-326
24. Wattiaux, Michel, 2000. Novedades lácteas: Introducción al proceso del ensilaje, pag 1-13. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin.
25. Woolford, M.K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Bact.* 68:101-116.
26. Woolford, M. K. 2006. la fermentación del ensilado y su control. Alltech UK. Lincolnshire, Reino Unido. Pag. 207-211
27. Woolford, M. K., 2002. L ciencia y etnología del proceso del Ensilaje. Oxford Biological Consultancy. Chalgrove, Oxford, oxf.UK, pag. 3 -18
28. Zimmer, E. and R.J. Wilkins. 1994. Efficiency of Silage systems: A comparison between untitled and wilted silage's *Lannbauforschung Volkenrode, Sonderheft* 69.