

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**CONSERVACION DE LA MASILLA A TRAVES DE SILOS DE PASTEL
INOCULADA CON LEVADURA DE CERVEZA (*Saccharomyces
cerevisiae*)**

POR:

CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre de 2009**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

CONSERVACION DE LA MASILLA A TRAVES DE SILOS DE PASTEL

INOCULADA CON LEVADURA DE CERVEZA (*Saccharomyces cerevisiae*)

POR

CARLOS EDUARDO CRUZ MORALES

TESIS

Que Se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador

Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA:

Ph.D. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Presidente

M.C. Gerardo Montero Almora
Asesor

Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Asesor

El Coordinador de la División de Ciencia Animal
Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre de 2009



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por permitirme llegar hasta donde estoy, por darme vida y salud para estar con mis seres queridos.

A mi Alma, Terra, Mater. A la “**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**”, por cobijarme en sus senos para la culminación de mi carrera profesional y permitirme alcanzar mi meta planteada en un principio.

Al **Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez** por darme la oportunidad de trabajar en esta investigación y por todo el apoyo brindado durante la realización de la misma.

Al **M.C. Gerardo Montero Almora** por todo el apoyo brindado durante el presente trabajo y así como por todos sus consejos y su amistad brindada, ya que sin su apoyo no hubiese logrado la culminación del proyecto.

Al **Ing. José Rodolfo Peña Oranday** por el apoyo brindado en la realización del estudio y por brindarme su amistad.

Al **M.C. Lorenzo Suarez García** por su apoyo y amistad brindada durante mi formación académica.

A la **L.C.N. Laura Marícela Lara López** por su amistad, su apoyo y consejos brindados para la realización de este estudio, por ser una gran amiga.
GRACIAS.

Al **T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel** por el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo.

Al **Sr. Arnoldo Zavala Betancourt (Tío Lolo)** por su apoyo, amistad y sus consejos brindados durante mis estudios.

A la **Cervecera Cuauhtémoc S.A. de C. V.** por su apoyo para brindar los ingredientes para la realización del proyecto.

DEDICATORIAS

A mis padres

Sr. Adrián Cruz Hernández

Sra. Narcedalia Morales Núñez

Por todo el apoyo que me han brindado para salir adelante, por su cariño y comprensión, por esforzarse en la vida para que nunca me faltara nada y lo más importante por darme la vida, son lo mejor que me ha pasado en la vida y le doy gracias a dios por ser mis padres.

A mis hermanos

Manuel

Pablo

Mauricio

Adriana

Marleidy

Angelito

Por su amistad y por todo el apoyo que me han brindado, a ustedes hermanos porque siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas y nunca me han dado la espalda cuando los necesito y por no solo ser mis hermanos si no mis amigos.

A mi novia

Jesús Angélica Ruiz Cruz

A ti por estar siempre conmigo, por tu cariño y tus consejos, por los momentos felices y por aquellos tristes, en los cuales me has ayudado para salir adelante y por ayudarme a no dejarme vencer por los problemas que se presentan día con día.

A mis tíos

Belly

Fabio

Silvia

Iris

Sonia

Janet

Por sus consejos y por todo el apoyo brindado a lo largo de mi carrera, no solo son mis tíos si no también mis amigos, gracias por su amistad y todo el cariño que me han dado.

A mis abuelitos

Ramón Morales Arce (Q.P.D.)

Matilde Núñez Cali mayor

Por enseñarme las cosas buenas de la vida, por el gran amor brindado y por enseñarme que el respeto y humildad de una persona es el reflejo de su educación.

Al Ing. Alberto Molleda Dávila

Por el amistad brindada, por su apoyo y sus consejos a través de mis estudios, por brindarme su confianza y enseñarme que en la vida hay que luchar para alcanzar nuestros sueños y así salir adelante y ser alguien en la vida.

A mis amigos

Erika (Cuñada), Virginio, Agustín, Toribio, Marcos, Ricardo, Abel, Ramón, René, Daniel, Gilder, Gustavo, José Manuel, Ana, Luís Eduardo, Luís (Larva), Beimar, Gumer, Héctor, Hugo, Juan Ángel, Orbelio, Hipólito, Jorge y por supuesto, a toda la generación CVI de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

A todos ellos por su amistad y sus consejos, y por todos aquellos momentos que pasamos juntos a lo largo de nuestros estudios, espero volver a verlos a mis amigos queridos, en verdad les digo muchas gracias.

Por último pero igual importante, al **Ing. Víctor Ibarra (†)** por apoyarme en el ámbito deportivo y por darme la oportunidad de pertenecer a la selección de futbol, porque siempre confió en mi y sobre todo porque más que un entrenador fue un gran amigo para mí. Por todo esto "GRACIAS".

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Ensilaje.....	4
2.1.1. Ventajas del ensilaje.....	5
2.1.2. Desventajas del ensilaje.....	6
2.2. Tipos de silos.....	7
2.3. La microflora del ensilaje.....	9
2.4. El proceso del ensilaje.....	9
2.5. pH y temperatura.....	11
2.6. Características y evaluación del ensilaje.....	12
2.7. Aditivos para ensilajes.....	13
2.8. Subproductos industriales.....	15
2.8.1. Masilla.....	15
2.8.1.1. Características nutricionales de la masilla.....	16
2.8.1.2. Características nutritivas de la masilla ensilada.....	16
2.8.1.3. Estudios sobre masilla ensilada y subproductos agrícolas (Nopal y girasol).....	17
2.8.2. Levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	19
2.8.2.1. Composición nutricional de la Levadura de cerveza.....	20

3. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Tratamientos.....	22
3.2. Elaboración de los silos.....	23
3.3. Análisis químico.....	25
3.4. Modelo estadístico.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5. CONCLUSIONES.....	37
6. LITERATURA CITADA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Valor nutritivo de la masilla <i>in natura</i> y ensilada.....	17
2	Composición química de la Levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	21
3	Análisis bromatológico de la Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin adición de Levadura de cerveza.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Diagrama de flujo de la elaboración de los silos de Masilla y Levadura de cerveza.....	24
2	Contenido de Materia Seca Parcial de la Masilla ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	28
3	Contenido de Materia Seca Total de la Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	29
4	Contenido de Proteína Cruda de la Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	31
5	Contenido de FDA en la Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	32
6	Contenido de FDN en Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	33
7	Contenido de Extracto Etéreo en Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	34
8	Contenido de Fibra Cruda de la Masilla <i>in natura</i> y ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.....	35
9	pH de la Masilla ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.....	36

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Unidad Caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Los objetivos principales fueron la conservación de la masilla mediante el uso de silos de pastel en diferentes tiempos de almacenamiento y evaluar la calidad nutricional *in natura* y ensilada, con diferentes niveles de inclusión de Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Se utilizaron 4 tratamientos: T1 (Testigo) Ensilaje de Maíz; T2 (100% Masilla); T3 (90% Masilla-10% Levadura de cerveza); T4 (80% Masilla-20% Levadura de cerveza), tomando en cuenta el factor *in natura* y ensilaje. Se realizaron 9 silos (3 repeticiones por tratamiento, con excepción del testigo), con un peso de 170 Kg, los silos median 1.50X0.60 m. Para realizar el análisis bromatológico de los silos, se recolectaron muestras en diferentes tiempos 0, 22, 34 y 46 días, para la realización del análisis bromatológico se utilizaron las técnicas propuestas por la A.O.A.C (1995) y para el análisis estadístico se realizó un ANOVA en el programa STATISTICA V.6. De acuerdo a los resultados, se observó que la masilla se puede conservar por más tiempo (46 días) por medio del ensilaje sin verse afectada su calidad nutricional, obteniendo los resultados más satisfactorios a los 22 días de ensilado en el T3 y T4, con inclusión de levadura de cerveza (10-20 %) con 14.21 y 17.68 % de P.C. respectivamente, y en el T2 con 100 % masilla se obtuvieron a los 46 días con un 15.78 % de P.C.

Palabras claves: Silos de pastel, *in natura*, ensilado, masilla, levadura de cerveza.

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas más importantes que enfrentan la mayoría de los productores es la escasez de alimento en el periodo de sequía. La falta de alimentos en esta época causa desnutrición del ganado, lo cual se refleja en pérdidas de peso en los animales, disminución en la producción de leche y se presentan anestros (ausencia de calores), entre otros indicadores. Todas estas condiciones vuelven susceptibles a los animales a las enfermedades, por lo que la tasa de mortalidad aumenta en este periodo (Jiménez, 2000).

Además en la actualidad el uso de subproductos industriales en la alimentación animal, es una de las nuevas alternativas que permiten mejorar la producción. Actualmente, los subproductos de cervecería (Masilla y Levadura de cerveza) presentan una gran demanda, aunque se deben tener muchas precauciones en su almacenaje (duración y protección) ya que los productos húmedos se degradan con facilidad. Es por ello que una alternativa viable que ayuda a resolver el problema en la conservación del forraje y de subproductos como la masilla es mediante la elaboración de silos, el cual es un método de conservación que resulta accesible para los productores. El proceso de ensilaje se ha practicado durante mucho tiempo como forma de conservar las cosechas, lo que asegura que las reservas alimenticias pueden ser utilizadas en cualquier época del año (Watson y Smith, 1984).

El ensilado de los forrajes permite conseguir mayores valores nutritivos que el henificado de los mismos, siempre que se realicen ambos en condiciones adecuadas de conservación. El proceso de ensilado se hace con niveles de humedad del forraje más elevados (50-75 %) que el henificado (15-20 %), reduciéndose las pérdidas nutritivas en el campo y la exposición a situaciones meteorológicas adversas. El racionamiento con ensilados podrá ser más eficaz, nutritivamente hablando, que con henos. Si se hace un silo se puede aprovechar los excedentes de forraje en verde en la época de lluvia; de igual forma, se evitarían pérdidas y se dispondría de alimento conservando su calidad y palatabilidad, sosteniendo una producción normal durante todo el año (Garcés *et. al.* 2004).

El uso del ensilaje en operaciones de alimentación a corral ha aumentado, especialmente el ensilaje de maíz, tanto en dietas para ganado de carne como de leche (Kaiser *et al.* 1993; GRM, 1997). Los ensilajes de alta calidad son capaces de mantener los altos valores de producción animal requeridos en tales sistemas; su costo es a menudo inferior al de granos y heno, permiten una mayor productividad de la tierra y favorecen un ambiente más estable en el rumen bovino (GRM, 1997).

1.1 OBJETIVO

Preservar la masilla mediante el uso de silos de pastel en diferentes tiempos de almacenamiento.

Determinar y evaluar la calidad de la masilla *in natura* y ensilada con diferentes niveles de inclusión de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

1.2 HIPOTESIS

El ensilaje permite conservar por mucho más tiempo los subproductos cerveceros: masilla y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), sin disminuir su calidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ensilaje

La fermentación anaeróbica de residuos orgánicos (producción de ensilaje) es un método comúnmente utilizado para la preservación de sus nutrientes (Kung, 2000; Rees, 1997; McDonald, 1981). El ensilaje es una técnica de conservación de forrajes preservados por la acción de ácidos orgánicos (principalmente el ácido láctico) los cuales son producidos por microorganismos en ambientes anaeróbicos (Woolford, 1984). Para que una fermentación sea efectiva se requiere una proporción de materia seca adecuada (aproximadamente un 40 %), ya que el exceso de materia seca dificulta la compactación del material y por lo tanto la exclusión del oxígeno. Otras condiciones son un medio acuoso óptimo para el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico (BAL) deseables (Kung, 2000); y un contenido mínimo entre 6 a 8 % de carbohidratos solubles, los cuales sirven de fuente de energía para las BAL durante el proceso de fermentación (McDonald, 1981).

Casi todos los cultivos pueden conservarse mediante el ensilado, aunque los más habituales son las gramíneas, leguminosas, plantas de cereales enteras (especialmente el maíz) y los residuos industriales, este tipo de ingredientes se refieren a aquellos subproductos de las industrias procesadoras de cereales, semillas oleaginosas, azúcar y mieles, cerveza y alcohol, frutas etc. (Bernal, 1991).

Las pérdidas del ensilaje se presentan por varios factores. Hay algunos que se detectan fácilmente como lo son los bordes del ensilado (parte superior y partes laterales). Pero también hay otro tipo de pérdidas como las que se dan por respiración u oxígeno en el medio, que es cuando por exceso de oxígeno del forraje se aumenta la temperatura; las pérdidas por fermentación, que son cuando la fermentación se detiene antes de que se haya producido el suficiente ácido láctico y los microorganismos presentes en el ensilaje se consumen sus nutrientes. Además de éstas, también se presentan pérdidas por efluentes, por lavado ocasionado por las lluvias y por proliferación de hongos (Bernal, 1991).

2.1.1 Ventajas del ensilaje (Hiriart, 1998)

- Es una reserva para épocas de escasez, lo que implica ensilar hierba o cultivos bajo condiciones óptimas y almacenarlos por períodos largos.
- Permite *aumentar la productividad*, como empleo tradicional del ensilaje para aumentar la reserva de alimento del ganado. La duración del ensilado depende de qué tan bien se pudiera haber realizado el trabajo de ensilado, el mismo puede durar desde 1 año hasta 5 años.
- Permite el manejo de cultivos forrajeros y agrícolas donde la cosecha de forraje para ensilar facilita otras prácticas de manejo. Por ejemplo la mayor densidad de tallos y producción de los forrajes para ensilarlos al comienzo de la temporada cuando ocurre un exceso de

producción vegetativa lo que permite sembrar el cultivo sucesivo más temprano.

- Se usan mejor los excedentes de producción; este exceso, en general, es considerado un desperdicio y el ensilaje sirve para almacenar el excedente y evitar pérdidas por efectos de madurez o deterioro *in situ*.
- Permite equilibrar el contenido de nutrientes de la dieta, el ensilaje permite suplir nutrientes en períodos en que la ración estacional muestra deficiencias. Por ejemplo, combinando el uso de ensilaje que tengan distintos valores de contenido en fibra.
- Para permitir el *almacenaje de alimentos muy perecederos* ya que el proceso del ensilaje permite conservarlos por un largo período.
- El ensilado es muy apetecido por el ganado.

2.1.2 Desventajas del ensilaje (Hiriart, 1998)

- Constituye un proceso más caro que la henificación.
- Requiere del uso de aditivos para su elaboración, como la melaza.
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se realiza en forma adecuada.
- No existe posibilidad alguna de poder transportar a grandes distancias el material ensilado.
- Cuando se ensila gran cantidad es voluminoso y difícil de manejar.
- Se debe suministrar rápidamente después de retirado del silo, ya que si no se pudre rápidamente.
- Se debe tener cuidado para protegerlo del sol y del agua.

2.2 Tipos de silos

Según Bernal (1991) los silos son cavidades abiertas en el suelo o un depósito cerrado o descubierto edificado sobre el suelo, que también puede ser un montón de productos colocados sobre el nivel del terreno. El tipo de silo a utilizar lo determina el agricultor según sus necesidades, ya que todos los tipos de silos, tienen sus ventajas e inconvenientes. Independiente del tipo de silo que se escoja, es especialmente importante poner cuidado en la compactación, el sellado ya que las superficies con las que va a entrar en contacto el forraje estén limpias.

Existen varios tipos de silos, como son:

- Silo vertical o aéreo: Es costosa su construcción, pero es el que conserva en mejor estado el material o forraje. Es una construcción cilíndrica, tipo torre y tiene que soportar fuertes presiones. Su inconveniente es que para el llenado requiere de una picadora con mayor presión.
- Silo de trinchera: Es el más común, con sus variantes. El silo más popular consiste en hacer una excavación con paredes inclinadas; en uno de los extremos debe tener una rampa que permita la entrada de vehículos, para facilitar la carga y descarga. Una variante es que posea rampas en ambos extremos. Lo más deseable es que el piso del silo tenga una pendiente y que en un extremo la rampa de salida permita el drenaje de líquidos, que pueden provenir del forraje ensilado; esto ayuda también, a que cuando el silo no se utilice (durante el periodo de lluvias), no existe encharcamientos de agua en

su interior. La de menos uso, consiste en construir sobre la superficie del suelo dos paredes paralelas, inclinadas hacia afuera. Puede ser abierto en ambos extremos o cerrado en uno de ellos.

- Silo de pastel: Para la realización de este tipo de silos no se requiere de la construcción de paredes, consiste en que sobre una superficie firme se deposite el material a ensilar, el cual se compacta capa por capa hasta eliminar la mayor cantidad posible de oxígeno, al final se cubre totalmente con bolsas de plástico y una capa de tierra para impedir entradas de aire. Este tipo de silo no tiene problemas para conservar el material ensilado.
- Silo de “Chorizo”: El inconveniente de este tipo de silo es que requiere de una maquina especial a la cual se le acomoda una bolsa de plástico. A la máquina se le va agregando el forraje picado y ésta va llenando la bolsa. La bolsa mide de 25 a 30 metros de largo y 2.4 metros de ancho y tiene una capacidad de 100 toneladas. A medida que se va llenando la bolsa, la máquina se va desplazando hacia adelante, hasta terminar de llenar la bolsa. Una forma mas económica para la realización de este tipo de silo es utilizando bolsas de plástico con una capacidad de 40-50 kg, estas se llenan y se compactan eliminando la mayor cantidad posible de oxígeno, posteriormente se sellan para evitar la entrada de oxígeno. Uno de los inconvenientes, es que pueden presentarse problemas con animales que dañen las bolsas de plástico.

2.3 La microflora del ensilaje

Al igual que en la producción de forrajes conservados en forma de ensilaje, durante la fermentación de los residuos orgánicos es necesaria la presencia de ciertos microorganismos en el material a fermentar. La microflora asociada con el proceso fermentativo se clasifica en microorganismos deseables e indeseables (Woolford, 1984; McDonald, 1981). Las Bacterias productoras de Acido Láctico (BAL) constituyen el grupo de microorganismos deseados ya que tienen la habilidad de fermentar carbohidratos hidrosolubles (CHS) generando como principal producto el ácido láctico, el ácido orgánico que más contribuye a la preservación del material (Merry *et al.*, 1997).

2.4 El proceso del ensilaje

Las bacterias epifíticas de las BAL fermentan los CHS del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse ácido láctico, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas (Weinberg y Muck, 1996; Merry *et al.*, 1997).

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase que dura sólo pocas horas, el oxígeno atmosférico presente en la biomasa disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además hay una actividad importante de

varias enzimas vegetales, como las proteasas y las amilasas siempre que el pH se mantenga en un rango de 6.5-6.0.

Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAL proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 4.0.

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga un ambiente anaerobio, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como *clostridios* y *bacilos*, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y amilasas y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo. Más adelante se discutirá la actividad de *L. buchneri*.

Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje con el oxígeno. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (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 induce un aumento en 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, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al oxígeno. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1.5 y 4.5 % de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (Honig y Woolford, 1980).

2.5 pH y temperatura

Cuanto mayor es la cantidad de aire presente mayor es la temperatura resultante. Para favorecer el tipo de fermentación láctica debe lograrse una temperatura de 26.5 a 37.5 °C. Gross (1969) afirma que cuando la temperatura en el silo es superior a 40 °C, pasan a predominar las bacterias butíricas (desdoblan el azúcar pero también el ácido ya formado), con lo cual el pH se eleva por encima de 5 y mueren las bacterias acidolácticas.

Las bajas temperaturas se asocian a veces con los cambios de putrefacción, mientras que las temperaturas altas destruyen gran proporción de carbohidratos y reducen notablemente la digestibilidad de las proteínas que significan pérdidas en el valor alimenticio (Watson y Smith, 1984).

La acidez tiene tanta importancia como la temperatura. Para obtener un ensilaje de buena calidad es necesario que la acidez del material no sea superior a la de un pH de 4.5. Este evita la acción de las bacterias de la putrefacción y mantiene el forraje en buen estado para el consumo (Watson y Smith, 1984).

Con un pH menor (existe mayor acidez), menor será la cantidad de ácido butírico, y mayor la cantidad de ácido acético. A medida que el pH aumenta y sobrepasa el valor de 4.5 la cantidad de ácido láctico disminuye y aumenta la cantidad de ácido butírico, la presencia de este es una indicación segura que ha ocurrido alguna putrefacción de las proteínas (Watson y Smith, 1984).

2.6 Características y evaluación del ensilaje

Existen características físicas y químicas que determinan la calidad nutricional del ensilaje. Los ensilajes se pueden evaluar cualitativamente mediante indicadores (Wilkins, 1976), como son:

- Color: Verde amarillento (De buena a excelente calidad), marrón oscuro (Mala calidad).
- Olor: Agradable o de vinagre.

- Textura: Firme.
- Acidez: Gusto ácido típico, pH de 4.2 ó menos.

Las fallas durante el tapado del silo hacen que la capa superficial de la masa forrajera presente una fermentación indeseable y/o putrefacción del material (fermentación butírica), por la presencia de aire y agua, razón por la cual la capa adquiere un color negro y un olor desagradable, lo cual hace que los animales la rechacen.

2.7 Aditivos para ensilajes

Existen en el mercado un gran número de aditivos, sin embargo solo se mencionan los más utilizados (Jonsson, *et. al.*, 1990).

- Estimulantes de la fermentación.

La función de estos aditivos es promover y ayudar a que se presenten las condiciones adecuadas para que ocurra la fermentación. Entre estos se encuentran:

- La melaza: Contiene altas cantidades de azúcar por lo cual tiene alto valor energético. Además se utiliza por su sabor dulce y ayuda a que los ingredientes se asienten y no exista la presencia de polvo (Ávila *et al.*, 1990). Es una de las fuentes de carbohidratos más utilizadas y efectiva por su contenido de azúcares solubles, que promueven un rápido desarrollo de las bacterias (Peñagaricano *et al.*, 1975).
- Nitrógeno no proteico: Se utiliza para incrementar el contenido de proteína cruda del ensilado. El nitrógeno no proteico puede ser usado por los microorganismos ruminales para producir proteína verdadera en el rumen del animal. Si se usa urea (43 % N) se adiciona 5 kg/t,

tiene un efecto en amortiguar el pH resultando un mayor contenido de ácido láctico, debido a una actividad más prolongada de las bacterias lácticas y es más disponible que los demás compuestos que contienen nitrógeno.

➤ Inhibidores de la fermentación.

Los aditivos usados para esta finalidad tienen la propiedad de disminuir el pH, inhibiendo el crecimiento y acción de las bacterias, evitando así que ocurra la fermentación aeróbica del ensilaje (Jonsson, *et. al.*, 1990). Entre estos se encuentran:

- Acido propionico: ha sido utilizado para prevenir la fermentación aeróbica del ensilado una vez que es sacado del silo. Reduce las perdidas por fermentación y es utilizado por el animal como fuente de energía. Se aplica a un nivel de 0.5 a 1.5 %.
- Se utilizan también ácidos minerales como el sulfúrico, clorhídrico, fosfórico, con el fin de reducir el pH drásticamente e inhibir cualquier crecimiento bacteriano, sin embargo, son muy poco usados ya que estos son corrosivos y caros.

Existen además, aditivos que ayudan a preservar al ensilaje y a inhibir la actividad de los microorganismos que ocasionan fermentaciones indeseables, dentro de este grupo están los antibióticos, sal y esterilizantes (Ensminger *et al.*, 1990).

2.8 Subproductos Industriales

Este tipo de ingredientes se refieren a aquellos subproductos de las industrias procesadoras de cereales, semillas oleaginosas, azúcar y mieles, cerveza y alcohol (subproductos de cervecería), frutas etc. Estos se encuentran disponibles tanto en forma húmeda como deshidratada. Ejemplos de ellos son la masilla y la levadura, los cuales son obtenidos a través de las industrias cerveceras.

2.8.1 Masilla

Es un subproducto de la industria cervecera resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado, en el mercado recibe otros nombres como el de cebadilla de cerveza, y es el término equivalente a lo que en el mundo anglosajón se conoce como “Wet Brewers Grains” (Calsamiglia *et. al.*, 2004). Una de las preocupaciones para la utilización de la masilla es su deterioro rápido en pocos días después de su producción. Se ha demostrado su preservación a través del ensilaje (Johnson *et. al.*, 1987).

Esta puede ser ofrecida en forma húmeda o también puede ser ensilada, como se menciona anteriormente, además, es muy rica en proteína, con una alta digestibilidad de sus proteínas. Conteniendo de 72 a 78 % de humedad (Smith, 2003).

2.8.1.1 Características nutricionales de la masilla

La masilla es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 21-27 % en base materia seca. El extracto etéreo (E.E) representa un 6 %. Es un subproducto con un porcentaje alto en fibra, con un contenido en Fibra Detergente Neutro (F.D.N) del 44 % y en Fibra Detergente Acida (F.D.A) del 20 %, aunque se trata de una fibra muy poco efectiva (18%) (Cuadro 1). El contenido en lignina es de un 5 % y el de cenizas de un 3.53 %. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) el contenido en Ca (Calsamiglia *et. al.*, 2004).

West (1991) menciona que debido a su alto contenido de fibra (F.D.N.) del 30.65 %, la masilla es normalmente utilizada en los sistemas intensivos de alimentación y que el contenido de proteína cruda (P.C) es de un 27-30 %, por lo que a menudo es utilizada en la alimentación de ganado lechero.

2.8.1.2 Características nutritivas de la masilla ensilada

Al ensilar la masilla, la calidad del ensilaje puede ser mejorada mediante la adición de una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables (melaza, cereales, etc.) que aceleran la tasa de fermentación, lo que resultaría en la producción de más ácidos grasos (Acético, Propionico y Láctico) aprovechables por el ganado. El valor nutritivo de la masilla puede variar al ser ensilada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor nutritivo de la masilla *in natura* y ensilada.

	Masilla Fresca (%)	Masilla Ensilada (%)
Materia Seca	25.00	27.00
Humedad	75.00	73.00
Cenizas	3.53	—
Proteína Cruda	27.00	15.11
FDN	44.00	62.09
FDA	20.00	27.05
E.E.	6.00	—
Fibra Cruda	14.00	—

Fuente: Calsamiglia *et. al.*, 2004

Se debe tomar en cuenta que al ser ensilada pueden existir escurrimientos excesivos por su alto contenido de humedad, por lo que se debe realizar en un silo con buen drenaje. Se pueden utilizar bolsas negras de plástico para cubrir la superficie del silo o cualquier otro material que pueda reducir el deterioro o para incrementar el tiempo de almacenado del material (McDonald *et. al.*, 1993).

2.8.1.3 Estudios sobre masilla ensilada y subproductos agrícolas (Nopal y girasol)

Otros estudios realizados por Johnson *et. al.* (1987), en ensilaje de masilla (28 días) reportan, que con un pH de 4.2 se puede obtener una conservación satisfactoria, además, reporta un valor para P.C. de 15.11 %. También, mencionan que la masilla puede conservar su contenido nutritivo durante 10 días en almacenamiento aeróbico o por 4 semanas en ensilado

tratados con amoníaco con 4 %. En el cual se utilizaron diferentes tiempos de almacenamiento de 7, 14 y 28 días, con un aditivo (UREA) con diferentes niveles de inclusión 0, 2 y 4 %.

En otros estudios realizados por Schneider *et. al.*, (1995), en masilla ensilada reporta un valor para Materia seca parcial (M.S.P) de 27.42 %, P.C. de 31.87 %, para FDA de 19.9 % y FDN de 62.09 %, reportando también un pH de 4.12, para la realización de este estudio se utilizaron bolsas de plástico y el tiempo de almacenamiento fue de 90 días, utilizando pulpa de remolacha como aditivo.

En estudios realizados por Abrego (2009), en nopal (*Opuntia ficus-indica*) adicionados con subproductos de cervecería (Masilla y Levadura) ensilados, reporta valores para Materia seca total (M.S.T), Proteína cruda (P.C), Fibra cruda (F.C), Fibra detergente acida (F.D.A) y Fibra detergente neutro (F.D.N); de 92.21, 11.11, 12.17, 19.13 y 25.13 % respectivamente, reportando un p.H de 4.69. En dicho estudio se evaluó la calidad nutritiva del nopal ensilado adicionado con diferentes niveles de inclusión de los subproductos de cervecería, anteriormente mencionados. Al comparar los valores del nopal ensilado vs *In natura*, encontró un aumento en los variables estudiadas al ser ensilado (M.S, E.E, F.D.A, F.D.N y F.C), con excepción de la P.C que tuvo un valor menor en la biomasa ensilada, similar a lo descrito por Guerra (1995) en estudios realizados en maíz y avena ensilados con o sin la adición de melaza, y encontró un p.H de 4.15.

En otros estudios realizados por Velasco (2007), en ensilaje de girasol silvestre con o sin aditivos, evaluó la calidad nutricional del mismo, en base a M.S.T, P.C, E.E y F.C, reportando valores para la biomasa ensilada de 97.06, 9.64, 4.33 y 38.51 %, respectivamente, y en biomasa *in natura* reporta valores de 92.60 % MS, 9.45 % P.C, 2.73 % E.E y un 37.22 % para F.C. En base a los resultados obtenidos Velasco menciona que obtuvo valores mayores al ensilar la biomasa (Girasol) que en la *in natura*.

Aunque el contenido nutricional de la masilla puede variar de una planta productora a otra, debido a los sustratos que se utilicen (cebada, trigo, maíz, etc.), la proporción que se fermenta y al proceso de fermentación que se utilice para la elaboración de la cerveza (Smith, 2003).

La masilla mejora la apetencia de la ración aumentando la ingestión de materia seca, aunque el sabor de esta disminuirá con el aumento del tiempo que esta permanezca almacenada. También se ha usado como alimento, principalmente, para vacas lecheras, es de escaso valor para las aves y no resulta adecuado para los cerdos, salvo en muy pequeñas cantidades (McDonald *et al.*, 1993).

2.8.2 Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

La levadura es un subproducto que genera la industria cervecera en grandes cantidades, y que no se aprovecha de forma adecuada. Este subproducto se obtiene cuando se separa el mosto fermentado y se elimina el sabor amargo a través de un proceso de filtrado y la crema final que se

obtiene sin ser desecada puede ser utilizada en la alimentación del ganado y se caracteriza por su alto valor nutritivo debido a su contenido de proteína y buen valor energético, también se caracteriza por su alto contenido de humedad (87.5 %), aunque su contenido de fibra es bajo de un 3 % (Alvarado *et. al.*, 2001).

2.8.2.1 Composición nutricional de la Levadura de cerveza

La levadura de cerveza es un probiótico, el cual uno de sus principales efectos es su participación en el aumento en la digestibilidad ruminal de la fracción de la F.D.N en los forrajes a distintos niveles de fibra en la ración, así como también con distintos tipos de fibra (Ayala *et. al.*, 1994). Aproximadamente el 40 % del peso de la levadura seca consiste en proteína. La calidad de la proteína de la levadura (Cuadro 2) es excelente, tratándose de una proteína de origen vegetal, y su calidad es equivalente a la soya, pues ambas son ricas en lisina (García 2003).

La levadura de cerveza contiene proteínas, lípidos, glúcidos, aunque lo que hace especial a la levadura de cerveza, es que es una de las mayores fuentes de vitaminas del grupo B, además de contener vitamina E y minerales como el selenio, fósforo, hierro y magnesio (Mendieta *et. al.*, 2002).

Cuadro 2. Composición química de la Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Composición química %	
Proteína cruda	38.00
Extracto etéreo	1.30
Materia seca	12.5
Humedad	87.5
Cenizas	5.60
Fibra cruda	3.00
ELN	52.20

Fuente: Alvarado *et. al.*, 2001.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Caprina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Que se encuentra entre las coordenadas 25°22' de latitud N y 101° 01' de longitud W, con una altitud de 1742 msnm, temperatura promedio anual de 16,7°C y precipitación media anual de 417 mm (Cantú *et. al.*, 2007).

3.1 Tratamientos

Para la realización de este estudio se utilizaron 4 tratamientos, de los cuales el testigo fue el ensilaje de maíz establecido en el establo lechero, del cual solo se tomo una muestra para compararlos con los restantes 3 tratamientos de ensilaje con subproductos de cervecería, que constaron de 3 repeticiones a los 0, 22, 34 y 46 días, tomando en cuenta el factor de la masilla *in natura* y ensilada. Para esto se realizaron 9 silos "Tipo Pastel", dichos tratamientos se describen a continuación:

- Tratamiento 1: Testigo (Ensilaje de Maíz).
- Tratamiento 2: 100 % Masilla.
- Tratamiento 3: 90 % Masilla y 10 % Levadura.
- Tratamiento 4: 80 % Masilla y 20 % Levadura.

3.2 Elaboración de los silos

- Se busco el terreno ideal para la elaboración de los mismos, en una parte donde el terreno es plano y el cual no tuviera problemas de inundación por las lluvias; este se limpio y se acondiciono para su utilización.
- Para los moldes de los silos se utilizaron tablas y se amarraron con alambres a fin de que al compactar no perdieran su forma.
- Se utilizó plástico especial para silos de color negro para ser colocados en el suelo y en ellos se vacio los ingredientes a ensilar.
- Para pesar los ingredientes, se utilizó un bote de 20 kg con ayuda de una báscula de reloj marca Nuevo León.
- Se realizaron 9 Silos “Tipo Pastel”, de 170 kg cada uno con medidas de 1.50 X 0.60 m.
- Para los silos con 100 % masilla, el llenado de los mismos, se llevo a cabo en dos capas de 6 cm cada una, la compactación se llevo a cabo después de colocar cada capa de masilla hasta liberar la mayor cantidad de oxigeno posible, posteriormente, se cubrieron los silos con plástico de color negro y se les coloco una capa de tierra, cubriendo por completo los silos para evitar la entrada de aire.
- En los silos que contenían masilla y levadura, el procedimiento fue similar al anterior, a diferencia que después de colocar una capa de masilla se roció la levadura por todo el silo y se dejo un día para poder colocar la otra capa de masilla.
- Para la compactación de los silos se utilizo un pisón de fierro.

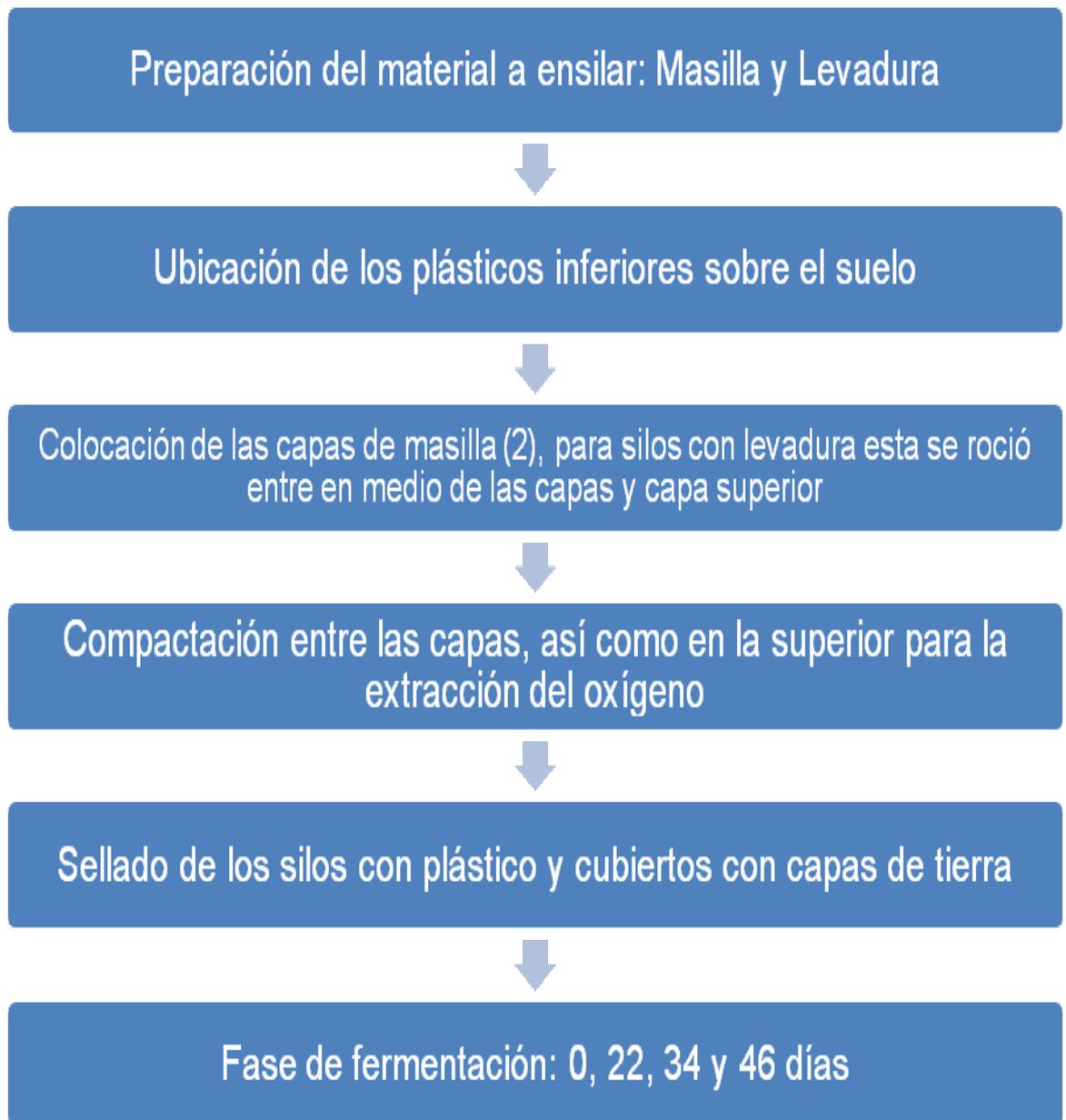


Figura 1: Diagrama de flujo de la elaboración de los silos de Masilla y Levadura de Cerveza (Fuente: Autor del estudio)

La recolección de las muestras que se utilizaron en el presente estudio se obtuvieron a los 0, 22, 34 y 46 días de almacenamiento (ensilado), las muestras se tomaron en cada una de las repeticiones para ser analizadas en el laboratorio.

3.3 Análisis químico

Para el análisis químico se utilizaron las técnicas propuestas por la A.O.A.C. (1995), se determinó el contenido de Materia Seca, Cenizas, Proteína Cruda y Extracto Etéreo. Para la determinación de F.D.A., F.D.N. y F.C. se utilizó el método tecnológico ANKOM-200 aprobado por la A.O.A.C (1995). Para la determinación del pH se utilizó un potenciómetro Corning pH meter 3D.

3.4 Modelo estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados del estudio bromatológico de los ingredientes utilizados (Masilla y Levadura de cerveza), se utilizó un modelo ANOVA del programa STATISTICA V.6.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados del Cuadro 3, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para la masilla *in natura* y ensilada en las variables de M.S.P, P.C, F.D.A, E.E, F.C y pH. Se obtuvo un incremento porcentual para las variables F.D.A, F.D.N y F.C posterior al ensilaje, con excepción del T2 para el caso de F.D.N que presento disminución a los 34 y 46 días de ensilado, al igual que la F.D.A a los 46 días. Para las variables de M.S y E.E, los tratamientos se comportaron de igual manera, ya que para los T2 y T4 presentaron una disminución en sus valores a los 22 y 34 días de ensilado con respecto a la masilla *in natura*, posteriormente, incrementaron su valor a los 46 días de almacenamiento y en el T3 incrementaron su valor posterior al ensilado. Para la P.C, el T2 incrementó su valor posterior al ensilaje con respecto a la masilla *in natura*, pero en el T3 y T4, a los 34 y 46 días presentaron una disminución porcentual en sus valores. Estos resultados son similares a los reportados por Velasco (2007) en estudios realizados con girasol, donde menciona que obtuvo mejores resultados en la biomasa ensilada que en la *in natura*.

Cuadro 3. Análisis bromatológico de la masilla *in natura* y ensilada con o sin adición de levadura en base a M.S.

Tratamientos	Tiempo Días	% M.S.P	% M.S.T	% P.C	% F.D.A	% F.D.N	% E.E	% F.C	pH
T1 (Maíz)		23.53	95.14	8.58	39.56	60.28	2.94	24.36	5.08
	0	20.89	96.01	13.56	25.1	65.18	8.37	13.3	
	22	21.53	95.45	14.83	29.62	66.77	7.12	15.53	4,66
T2 (100)**	34	22.09	95.72	14.78	25.59	63.47	7.71	14.29	4,68
	46	20.26	96.52	15.78	23.23	64.49	8.84	15.54	4,70
	0	22.35	96.08	12.45	19.9	54.96	6.3	12.78	
T3 (90-10)**	22	20.60	95.69	14.21	28.84	66.26	8.13	14.72	4,72
	34	21.31	96.69	11.79	23.64	59.19	8.68	13.16	4,71
	46	20.23	97.59	12.27	21.56	60.05	8.73	13.79	4,71
	0	21.06	96.38	16.93	23.56	60.5	8.67	13.41	
T4 (80-20)**	22	20.06	95.69	17.68	25.29	64.28	8.07	14.37	4,74
	34	19.49	94.82	13.80	23.92	63.01	6.66	13.24	4,75
	46	20.28	97.61	14.50	24.7	62.51	9.38	15.09	4,74
Significancia ($P > F$)		0.001*	0.546	0.004*	0.026*	0.186	0.008*	0.000*	0.001*

(MSP) Materia seca parcial. (MST) Materia Seca total. (P.C) Proteína Cruda. (FDA) Fibra Detergente Acida. (FDN) Fibra detergente Neutro. EE=Extracto Etéreo. (F.C) Fibra Cruda.

(*) Variables con ($P < 0.05$) indica que hubo diferencia significativa

(**) Proporción de Masilla-Levadura en los silos

Materia Seca Parcial (M.S.P)

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 3 y en la figura 2 para esta variable se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Para la masilla *in natura* se encontraron valores de 20.89, 22.35 y 21.06 % para los T2, T3 y T4 respectivamente, mientras que en el ensilaje, en el T2 y T3 se presentaron los porcentajes más altos de M.S.P a los 34 días de almacenamiento, con valores de 22.09 y 21.31 % respectivamente, y en el T4 el porcentaje más alto de M.S.P se presentó a los 46 días con un valor de 20.28 %, y para el testigo fue de 23.53 %, estos valores son inferiores a los mencionados por Calsalmiglia *et. al.*, (2004), reportando un 27 % de M.S.P, al igual que los reportados por Schneider *et. al.*, (1995), en estudios realizados en masilla ensilada utilizando pulpa de remolacha como aditivo, de 27.42 % de M.S.P.

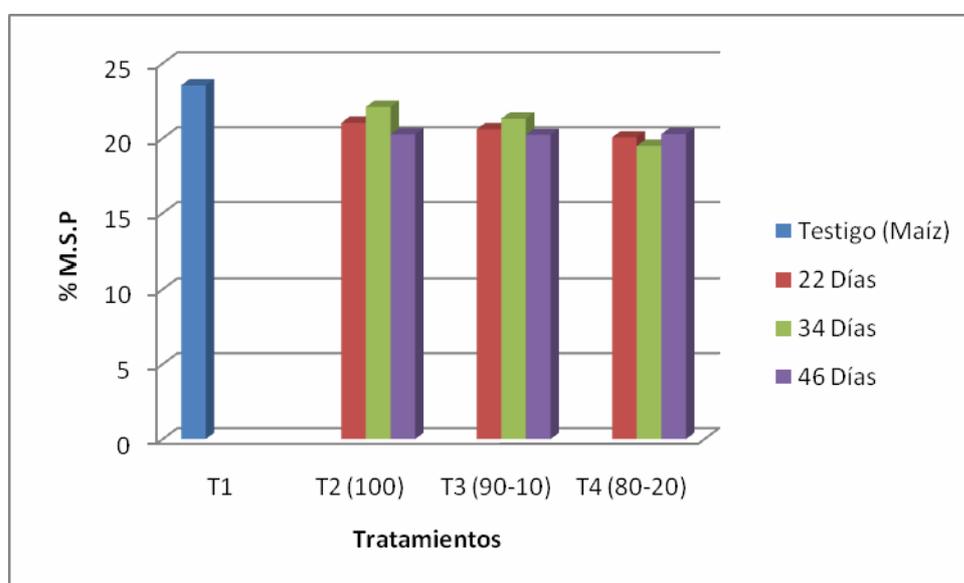


Figura 2. Contenido de Materia Seca Parcial de la Masilla ensilada con o sin inclusión de Levadura de cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Materia Seca Total (M.S.T)

Para esta variable después de realizar el análisis bromatológico (Cuadro 3), no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Los valores encontrados para la masilla *in natura* para los tratamientos T2, T3 y T4, fueron de 96.01, 96.08 y 96.38 % respectivamente y para la masilla ensilada, los valores más altos se presentaron a los 46 días, de 96.52, 97.59 y 97.61 % respectivamente para cada tratamiento (2, 3 y 4), valores superiores al grupo testigo de 95.14 % (Figura 3). Estos valores son similares a los reportados por Velasco (2007), en estudios realizados con girasol ensilado con o sin aditivos, de 97.06 % y superiores a los reportados por Abrego (2009), en estudios realizados en nopal ensilado con adición de subproductos de cervecería, reportando un 92.21 % de M.S.T.

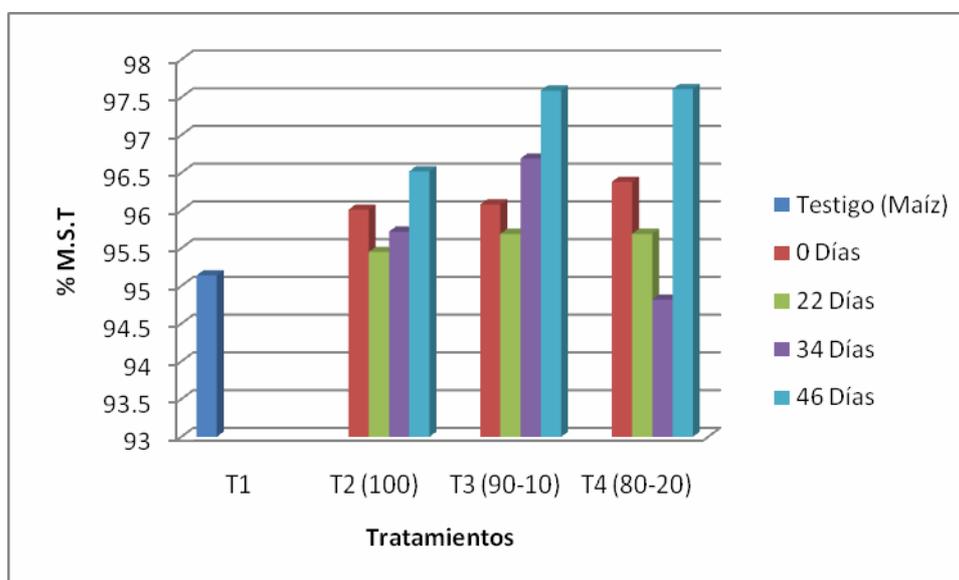


Figura 3. Contenido de Materia Seca Total de la Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Proteína Cruda

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico para esta variable se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). La Figura 4 y Cuadro 3, muestra un incremento de Proteína Cruda en el T2 posterior al ensilado en los 3 tiempos de almacenamiento, mientras que en los T3 y T4, la P.C disminuyó a los 34 y 46 días de almacenamiento con respecto a la masilla *in natura*, esto se puede deber a que durante el proceso de ensilaje ocurren una serie de cambios químicos que pueden ocasionar pérdidas de la proteína digestible (proteólisis) como consecuencia del crecimiento de la población de las bacterias y enzimas. En los T2, T3 y T4, en la masilla *in natura* se encontraron valores de 13.32, 11.61 y 15.53 % respectivamente, mientras que en la masilla ensilada, de acuerdo a los valores encontrados, el T2 (100 % masilla) a los 46 días del ensilado presenta el valor más alto de P.C. de 15.78 %, es decir, es el tiempo óptimo para ser ofrecido al animal; mientras que en los T3 (90 % masilla-10 % Levadura de cerveza) y T4 (80 % masilla-20 % Levadura de cerveza), a los 22 días sería el tiempo óptimo de almacenamiento en los cuales presentan el mayor porcentaje de P.C, valores de 14.21 y 17.68 % respectivamente, estos valores son superiores a los reportados por Johnson *et. al.*, (1987), de 11.11 % para proteína cruda e iguales que los reportados por Abrego (2009), en estudios en nopal ensilado con adición de subproductos de cervecería, reportando un valor de 11.11 %, superiores al testigo que presentó un valor de 8.58 %.

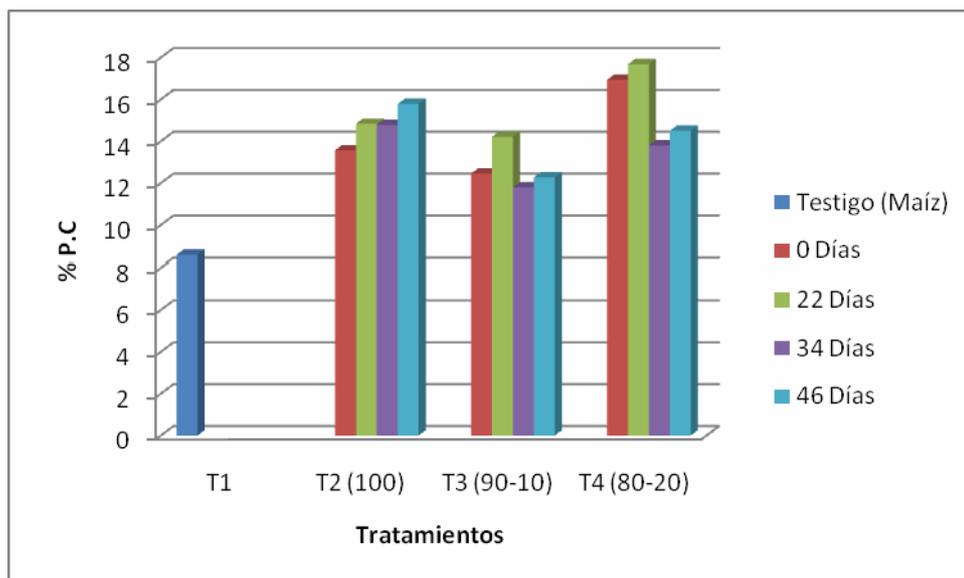


Figura 4. Contenido de Proteína Cruda de la Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Fibra Detergente Acida (F.D.A)

De acuerdo a los resultados del cuadro 3, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En la Figura 5, se puede observar que el contenido de FDA se incremento posterior al ensilaje en todos los tratamientos, con excepción del T2 a los 46 días de almacenamiento que disminuyo con respecto a la masilla *in natura*. Para el caso de la masilla *in natura* se encontraron valores de 25.1, 19.9 y 23.56 % para los tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente, y para el caso de la masilla ensilada, los valores más altos de F.D.A se presentaron a los 22 días de almacenamiento en todos los tratamientos, dichos valores fueron de 29.62, 28.84 y 25.29 % respectivamente, para los tratamientos T2, T3 y T4, el testigo fue más alto con respecto a los demás tratamientos con 39.56 %.

Los valores encontrados son mayores a los reportados por Calsamiglia *et al.*, (2004), en ensilaje de masilla de 27.05 %, al igual que los que reporta Abrego (2009), en estudios realizados en nopal ensilado con subproductos de cervecería de 19.13 %.

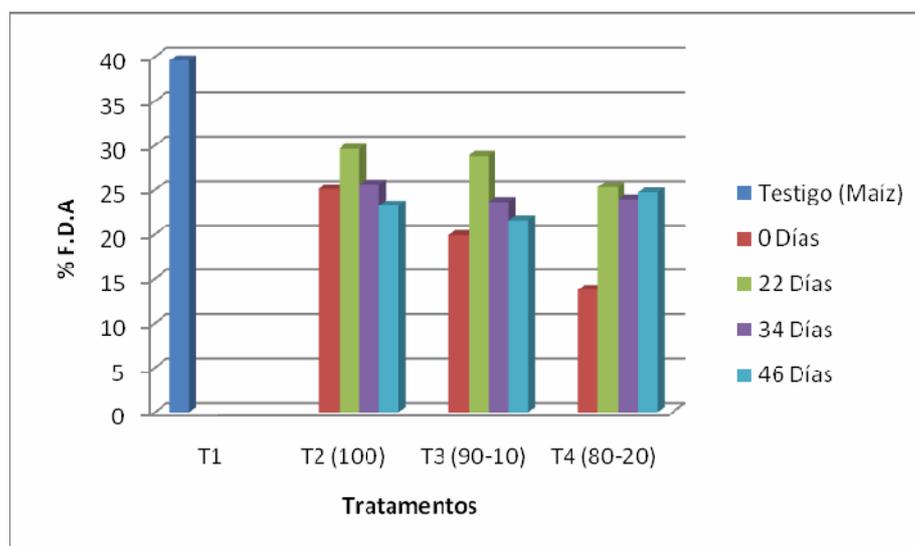


Figura 5. Contenido de Fibra Detergente Acida (F.D.A) en la Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Fibra Detergente Neutro (F.D.N)

Para F.D.N no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, se puede observar en el Cuadro 3 y en la Figura 6, que los tratamientos 3 y 4 incrementaron su contenido posterior al ensilado, esto se puede deber a la adición de Levadura de cerveza, mientras que para el T2 sin inclusión de Levadura de cerveza disminuyó el porcentaje de F.D.N a los 34 y 46 días del almacenamiento, mientras que a los 22 días presentó un incremento en el valor porcentual. Los valores obtenidos en la masilla *in natura* para los T2, T3 y T4 fueron de 65.18, 54.96 y 60.50 %

respectivamente, y para la masilla ensilada, los mejores valores en el porcentaje de F.D.N se presentaron a los 22 días de almacenamiento en todos los tratamientos, valores de 66.77, 66.26 y 64.28 % para los T2, T3 y T4 respectivamente, el valor del testigo fue de 60.28 %. Estos valores son superiores a lo reportado por Schneider *et. al.*, (1995) de 62.09 % en estudios realizados en ensilaje de masilla con y sin adición de pulpa de remolacha, al igual que los reportados por Abrego (2009), en estudios realizados en ensilaje de nopal con adición de subproductos de cervecería, encontrando un valor de 25.13 % para la F.D.N.

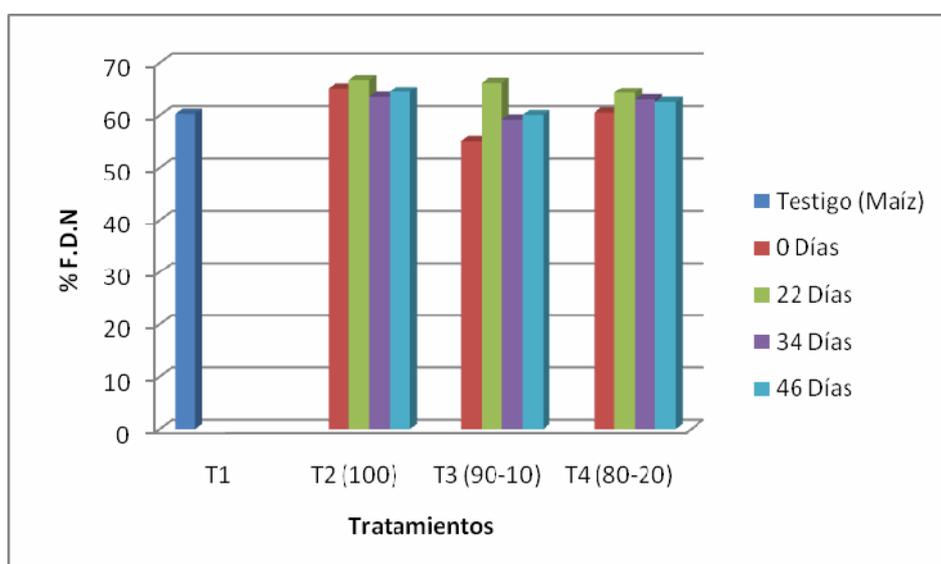


Figura 6. Contenido de Fibra Detergente Neutro (F.D.N) en Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Extracto Etéreo (E.E)

De acuerdo al análisis bromatológico se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Al determinar el contenido de

Extracto Etéreo (Cuadro 3 y Figura 7) éste presentó una disminución en los tratamientos 2 y 4 a los 22 y 34 días y un incremento a los 46 días, al igual que el T3 que presentó un incremento en sus valores posterior al ensilado en los diferentes tiempos de almacenamiento. En la masilla *in natura* los valores encontrados para los T2, T3 y T4 fueron de 8.37, 6.3 y 8.67 respectivamente, mientras que en masilla ensilada, los valores más altos se presentaron a los 46 días, reportando valores de 8.84, 8.73 y 9.38 % para los T2, T3 y T4 respectivamente, el valor del testigo fue de 2.94 %, valores superiores a los reportados por Velasco (2007) en estudios en Girasol *in natura* y ensilado, reportando para la biomasa *in natura* un contenido de 2.73 % y en la biomasa ensilada un valor de 4.33 %, similar a lo reportado por Abrego (2009) de 4.02 % en nopal ensilado con la adición de subproductos de cervecería.

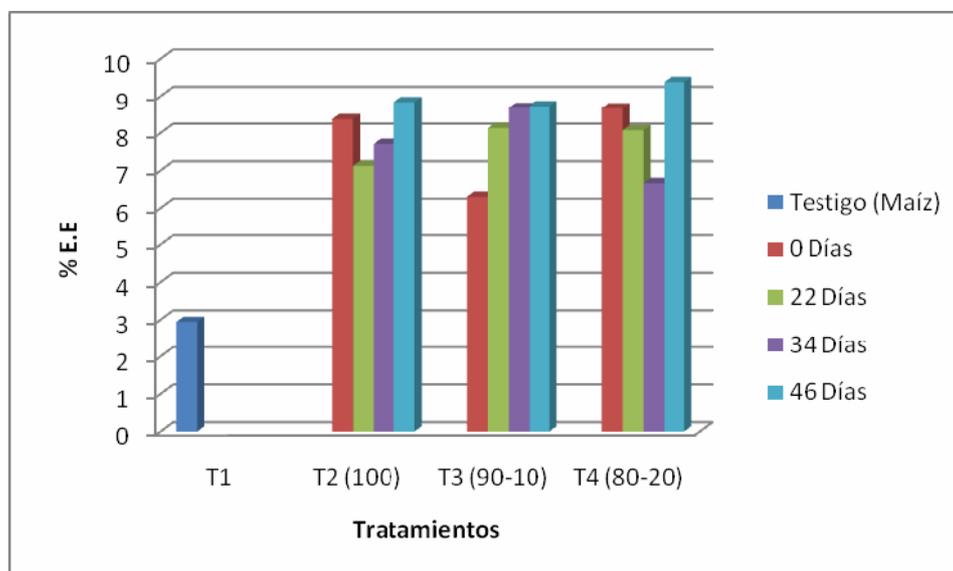


Figura 7. Contenido de Extracto Etéreo (E.E) en Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

Fibra Cruda (F.C)

Para Fibra Cruda se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En el Cuadro 3 y Figura 8 se puede observar que los tratamientos presentaron un incremento en la biomasa ensilada con respecto a la *in natura*. Se encontraron valores de 13.30, 12.78 y 13.41 % para los T2, T3 y T4 respectivamente en la masilla *in natura* y en la ensilada, los valores más altos se presentaron a los 46 días en el T2 y T4 de 15.54 y 15.09 % respectivamente, en el T3 fue a los 22 días con un valor de 14.72 %, el valor del testigo fue de 24.36 %, estos valores son superiores a los reportados por Abrego (2009) de 12.17 % reportados en estudios realizados en nopal ensilado y menores a los de la biomasa *in natura* de 13.84 %, pero inferiores a lo reportado por Velasco (2007) en estudios realizados en girasol *in natura* y ensilados, con valores de 37.22 y 38.51 % respectivamente.

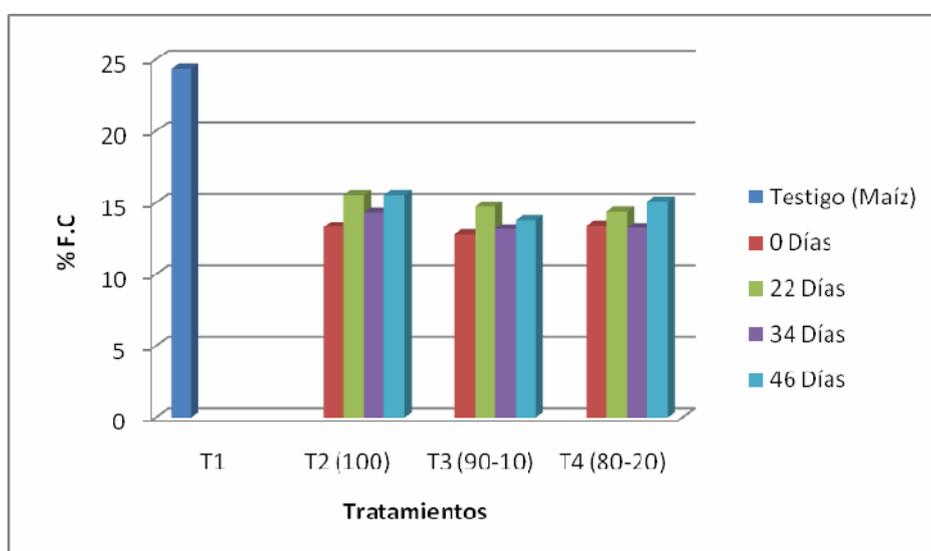


Figura 8. Contenido de Fibra Cruda (F.C) en Masilla *in natura* y Ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza.

p.H

De acuerdo a los valores reportados en el cuadro 3 y figura 9, se puede observar que se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, con excepción del testigo. Los valores de p.H a los 22 días fueron de 4.66, 4.72 y 4.74 en los T2, T3 y T4, presentando un incremento a los 46 días en el T2 de 4.70, mientras que en el T3 y T4 el pH se mostró similar al valor que se presentó a los 22 días de almacenamiento, este incremento puede deberse al incremento en la humedad de los silos y a la disminución de la producción de ácido láctico, el pH en el testigo fue de 5.08. Los valores encontrados son similares a los reportados por Abrego (2009), encontrando un valor de 4.69 en nopal ensilado con subproductos de cervecería y superiores a los reportados por Guerra (1995), en estudios realizados en maíz y avena ensilados con o sin la adición de melaza, donde reporta un valor de 4.15.

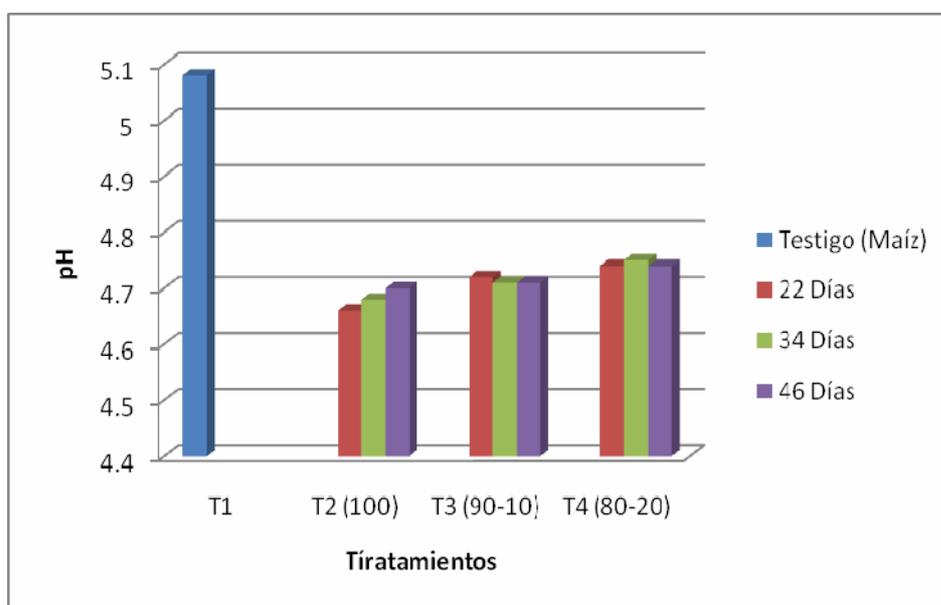


Figura 9. pH de la Masilla ensilada con o sin inclusión de Levadura de Cerveza.

(*) Proporción de Masilla-Levadura de cerveza

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a los objetivos e hipótesis planteados al inicio del estudio y a las variables estudiadas para el análisis bromatológico de la masilla ensilada e *in natura*, se puede concluir lo siguiente:

- Los cambios durante el proceso de ensilado en los subproductos de cervecería tuvieron efectos benéficos, aumentando su contenido nutricional.
- El ensilado de la masilla a los 22 días del almacenamiento obtuvo mejores resultados en su calidad nutritiva (% P.C.) con la adición de Levadura de cerveza (10-20 %), sin embargo, al utilizar 100 % masilla los mejores valores para P.C. se dieron a los 46 días de almacenamiento.
- Los mejores resultados en la calidad nutritiva del ensilado se obtuvieron en el T2 (100% masilla), en las variables estudiadas FDN, FDA y FC), para las variables P.C y E.E se presentaron en el T4.
- En la masilla *in natura* los mejores resultados se obtuvieron en el T4 (80 % masilla-20 % de Levadura) para las variables estudiadas, con excepción de la FDN y FDA.
- El pH mayor a 4.5 no afectó el contenido nutricional del ensilado.

6. LITERATURA CITADA

- Abrego** G. A. 2009. Evaluación bromatológica y tasa de degradabilidad *in vitro* de nopal (*Opuntia ficus-indica*) adicionado con subproductos de cervecería. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México. Pp. 40-42
- Alvarado** S.O., Zorrilla T. E., Escobar M. F. J. y De la Colina F. F. 2001. Crecimiento y finalización de cerdos alimentados con una ración de levadura y bagazo de cervecería, y escamocha. 5^{ta} jornadas de investigación Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. pp. 2-13
- A.O.A.C.** 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist. 16th Ed. Washington, D.C.
- Ávila** G. E., Shimada S. A. y Llamas G. 1990. Anabolitos y aditivos en la producción pecuaria. 1^a Ed. Sistema de educación continúa en producción animal en México. México, D.F. pp. 49-53.
- Ayala** O. J., Germán D. M. y Bárcena G. R. 1994. Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y melaza-urea sobre la digestibilidad in vivo e in situ en dietas para ovinos basadas en paja de cártamo. Colegio de posgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Bernal** E. J. 1991. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 1 ed. Bogotá, D.C.: Banco Ganadero. Pp. 320-335.
- Calsamiglia** S., Bach A. y Ferret A. 2004. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. Pp. 28.
- Cantú** D., Muñoz L. A., García E. y Cuellar R. 2007. Manual de Procedimientos para el uso de Campos Experimentales en la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 5

- Ensminger** M. E., Oldfield J. E. y Heinemann W. W. 1990. Feeds and Nutrition. 2^a Ed. Edited by Ensminger publishing company. California, USA. Pp. 233, 332-334.
- Garcés** M. A., Berrio L., Ruiz S., Serna J. G. y Bulles A. F. 2004. Ensilaje como fuente de alimento para el ganado. Revista Lasallista de investigación. Colombia. Vol. 1. No. 1. pp. 66
- García** C. 2003. Las levaduras para la alimentación de los porcinos. (En línea). Consultado: 23 de Mayo del 2009. Disponible en: <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/colaboraciones.asp?valor1=132>
- GRM.** 1997. The expanded use of high metabolisable energy silages -phase 1. Final report. Meat Research Corporation, Sydney, Australia. Pp. 58.
- Grooss** F. 1969. Silos y Ensilados. 1^a Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp134.
- Guerra**, R. P. 1995. Efecto de la adición de melaza e inoculante bacteriano en el ensilaje *in vitro* de tres forrajes convencionales. Tesis de Licenciatura. UNAM. México, D.F. pp. 32,38, 48-49.
- Hiriart** L. M. 1998. Ensilado, procesamiento y calidad. Editorial Trillas. México. Pp. 98.
- Honig** H. and Woolford M. K. 1980. Changes in silage on exposure to air. p. 76-87, in: C. Thomas (ed) Forage Conservation in the 80s. BGS Occasional Symposium, No.11. Hurley, UK: British Grassland Society.
- Jimenez** R. V. 2000. Efecto de varios aditivos sobre pH y temperatura en Microensilados de Rye grass (*Lolium multiflorum* L.). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 10-31.

- Johnson** C. O. L. E., Huber J. T. and King K. J. 1987. Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*: 70: 98-107.
- Jonsson** A., Lindberg H., Lingvall P. and Lindgren S. 1990. Effect of additives on quality of big-bale silage. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 31: 139-155.
- Kaiser** A. G., Havilah E. J., Chopping G. D. and Walker R. G. 1993. Northern dairy feedbase 2001. 4. Feeding systems during winter and spring. *Trop. Grassl.*, 27: 180-211.
- Kung** L. 2000. Silage fermentation and additives. Direct-fed microbial, enzyme & forage additive compendium, Miller Publishing Co., Minnesota, MN.
- Mendieta** R. A. y Picado A. E. 2002. Diseño Tecnológico de un sistema Separador-Secador para su Utilización en la Recuperación de Cerveza Residual y Posterior Secado de la Levadura Sobrante. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. Pp. 14-16.
- McDonald** P. 1981. *The Biochemistry of Silage.* John Wiley and Sons, Chichester. New York. pp. 226.
- McDonald** P., Edwards R. and Greenhalgh J. F. D. 1993. *Nutrición animal.* Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. Pp. 431-442.
- Merry** R.J., Lowes K. F. and Winters A. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. En *Proceedings of the 8th Simposio Internacional sobre la Conservación de Forrajes* ed. Jambor V., Klapil L., Chromec P. y Prochazka P. pp. 17-27.

- Peñagaricano** A. J., Walter A. y Llaneza J. N. 1975. Ensilaje (Manejo y utilización de reservas forrajeras). 1ª Ed. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. Pp. 343.
- Rees** T.J. 1997. The development of a novel antifungal silage inoculants. Doctoral Research Dissertation, Cranfield University Biotechnology Centre, UK.
- Schneider** R. M., Harrison J. H. and Loney A. 1995. The effects of bacterial inoculants, beet pulp and propionic acid on ensiled wet brewers grains. J. Dairy Sci: 78: 1096-1105.
- Smith** T. 2003. Wet Brewers Grains in total mixed rations. Agriculture Technician Institute. Department of Forest Resources & Agrifoods. St. John`s, Newfoundland and Labrador, Canada.
- Velasco** S. F. 2007. Calidad nutricional y digestibilidad *in vitro* del ensilaje de Girasol silvestre (*Heliantus annuus*) con o sin aditivos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México. Pp. 32
- Watson** J. S. y M. A. Smith. 1984. El ensilaje. 2ª Ed. Editorial Continental. México, D.F. pp. 183.
- Weinberg** Z. G., and Muck R. E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiol. Rev., 19: 53-68.
- West.** 1991. Brewers grain, Wet brewers grain and Brewer`s yeast. Animal Feed Resources Information System. Consultado en: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AFRIS/Data/468.HTM> el 20 de junio de 2009.

Wilkins R. J. 1976. The nutritive value of silages. In Univ. Nottingham Nutrition Conference of feed manufactures. London: Butterworths. Num. 8. pp. 189.

Woolford M.K. 1984. The Silage Fermentation. Marcel Dekker, Inc. New York, EEUU. Pp. 350.