



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
FILIAL CUTERVO



**“CUALIDADES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SILAJE DE AVENA FORRAJERA (*Avena Sativa*)
CON UREA Y MELAZA”**

TESIS

Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por:

Bachiller I.Z. LESLY PAOLA LLATAS LLAJA

CUTERVO – PERU
2018

**CUALIDADES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SILAJE DE AVENA FORRAJERA (*Avena Sativa*)
CON UREA Y MELAZA**

TESIS

**Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia para optar el título
profesional de**

INGENIERO ZOOTECNISTA

Aprobada por el siguiente jurado:

Ing. SEGUNDO F. BERNAL RUBIO
Presidente

Dr. NAPOLEÓN CORRALES RODRIGUEZ
Secretario

Ing. BENITO BAUTISTA ESPINOZA
Vocal

M. Sc. ENRIQUE G. LOZANO ALVA
Patrocinador

DEDICATORIA:

**A mis padres YTALA y EDILBERTO, por
darme la vida.**

**Por guiar mis primeros pasos, señalarme el
camino de la verdad, la honestidad,
formarme en valores y enseñarme que sólo
el trabajo dignifica a la persona y te
permite ser útil a la sociedad**

**A mi hermana DIANA: Mi compañera del
amor paternal en el hogar.**

**Mi amiga, mi fuerza moral para no
desmayar en momentos difíciles de la vida.**

**Por motivarme para alcanzar mi meta
trazada: Ser profesional**

AGRADECIMIENTO:

Al Ing. E. Lozano Alva, Patrocinador, por su constante apoyo y estímulo para culminar exitosamente el presente estudio.

A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia por su amistad y sabias enseñanzas que han fortalecido mi capacidad como persona y profesionalmente.

A mis compañeros de aulas universitarias porque hicieron grata mi vida universitaria y apoyaron en el trajinar de mis estudios

INDICE

RESUMEN	<i>i</i>
ABSTRACT.....	<i>ii</i>
INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. Avena forrajera: Taxonomía, producción y valor nutritivo.	4
1.2. El ensilaje y ensilado: Un método de conservación de los forrajes.....	8
1.3. Factores a considerar en el proceso del ensilaje.	17
1.4. La melaza y urea como aditivos en el ensilaje	23
II. MÉTODOS Y MATERIALES.....	28
2.1. Ubicación del estudio y su duración	28
2.2. Material en estudio	28
2.3. Metodología experimental	30
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. Materia seca (MS) del ensilado	33
3.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de avena forrajera.	35
3.3. Composición química de la avena forrajera ensilada.	40
IV. CONCLUSIONES	44
V. RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA CITADA	46
ANEXOS	53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	Pág.
1. Esquema del análisis de varianza.....	32
2. Materia seca de la avena forrajera ensilada con melaza y urea.....	33
3. Pérdidas y pH del ensilado de avena forrajera, según tratamientos.....	35
4. Análisis organoléptico del ensilado de avena forrajera, según aditivo.....	39
5. Composición química de la avena forrajera ensiladaC, B.S. %.....	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°

Pág.		
1.	Matéria seca en Avena forrajera ensilada, según aditivo. %.....	34
2.	Pérdidas de avena forrajera ensilada, según aditivo.....	36
3.	pH en ensilado de avena forrajera, según nivel del aditivo.....	37
4.	Proteína cruda en avena forrajera ensilada según aditivo.....	41
5.	Fibra cruda en avena forrajera ensilada, según aditivo.....	43

CUADROS DEL APÉNDICE

1. Análisis de varianza para contenido de materia seca, según tratamientos.....	56
2. Análisis de varianza para pérdidas de ensilado, según tratamientos.....	56
3. Análisis de varianza para pH según tratamientos.....	56

RESUMEN

Cultivo de avena forrajera (*Avena sativa*), conducida a una altitud de 2600 m.s.n.m., Cajamarca, cosechada con grano estado lechoso, fue ensilada con melaza y urea, bajo el Diseño Completamente Randomizado, con arreglo factorial 3 x 3, en los siguientes tratamientos: T₀: Ensilaje de avena forrajera sin aditivos, T₁: Ensilaje de avena forrajera, sin melaza y 1.5% de urea, T₂: Ensilaje de avena forrajera, sin melaza y 3.0% de urea, T₃: Ensilaje de avena forrajera, sin urea y 2% de melaza, T₄: Ensilaje de avena forrajera, con 1.5% de urea y 2% de melaza, T₅: Ensilaje de avena forrajera, con 3.0% de urea y 2.0% de melaza, T₆: Ensilaje de avena forrajera, sin urea y 4% de melaza, T₇: Ensilaje de avena forrajera, con 1.5% de urea y 4% de melaza, T₈: Ensilaje de avena forrajera, con 3.0% de urea y 4.0% de melaza, en microsilos de bolsas plásticas, con 3 kg durante 30 días, A la apertura, la materia seca fue de 25.06, 26.46 y 26.59% para 0, 1.5 y 3% de urea; 25.93, 25.83 y 26.36% en 0, 2 y 4% de melazas. Las pérdidas, por enmohecimiento, fueron de 5.42, 8.10, 12.06%, en los niveles de urea; 11.03, 9.41 y 5.13% para los niveles de melaza. El pH, para niveles de urea fueron de 5.01, 4.91 y 4.05; y en los niveles de melaza fueron de 4.67, 4.80, 5.31, Organolépticamente, en urea, mostraron un color verde amarillento, verde oscuro y verde oscuro; verde oscuro, verde oscuro y verde aceituna en melaza. Para urea se hallaron olores agradable, ligero vinagre; agradable, ligero vinagre con miel de fruta madura, y en melaza olores agradable, ligero vinagre; miel de fruta madura y agradable, ligero vinagre. En todos los tratamientos se encontró una textura contornos continuos. El contenido de PC, FC, EE, cenizas para urea fueron de 10.68, 11.51 y 10.83%, 30.37, y 28.48% y 30.21%; 3.95, 3.79 y 3.91; 9.04, 8.77 y 8.59%. Para melaza valores de 10.35, 10.98 y 11.69%; 31.07, 29.04 y 28.95%; 3.99, 3.73 y 3.93%; 8.60, 8.53 y 9.26%, respectivamente.

ABSTRACT

QUALITIES AND CHEMICAL COMPOSITION OF SILAGE OF FEEDING OAT (*Avena Sativa*) WITH UREA AND MELAZA

Cultivation of forage oats (*Avena sativa*), conducted at an altitude of 2600 masl, Cajamarca, harvested with milky state grain, was ensiled with molasses and urea, under the Completely Randomized Design, with factorial arrangement 3 x 3, in the following treatments: T0: Forage oat silage without additives, T1: Forage oat silage, without molasses and 1.5% urea, T2: Forage oat silage, without molasses and 3.0% urea, T3: Forage oat silage, without urea and 2 % of molasses, T4: Forage oat silage, with 1.5% of urea and 2% of molasses, T5: Forage oat silage, with 3.0% of urea and 2.0% of molasses, T6: Forage oat silage, without urea and 4% molasses, T7: Forage oat silage, with 1.5% of urea and 4% of molasses, T8: Forage oat silage, with 3.0% of urea and 4.0% of molasses, in microsilos of pouch bags, with 3 kg during 30 days, At the opening, the dry matter was 25.06, 26.46 and 26.59% for 0, 1.5 and 3% of urea; 25.93, 25.83 and 26.36% in 0, 2 and 4% of molasses. The losses, due to mold, were 5.42, 8.10, 12.06%, in the urea levels; 11.03, 9.41 and 5.13% for the levels of molasses. The pH, for urea levels were 5.01, 4.91 and 4.05; and in the molasses levels were 4.67, 4.80, 5.31, Organoleptically, in urea, they showed a yellowish green, dark green and dark green color; dark green, dark green and olive green in molasses. For urea pleasant odors were found, light vinegar; nice, light vinegar with honey of ripe fruit, and in molasses nice odors, light vinegar; ripe and pleasant fruit honey, light vinegar. In all treatments, a continuous contour texture was found. The content of PC, FC, EE, ash for urea were 10.68, 11.51 and 10.83%, 30.37, and 28.48% and 30.21%; 3.95, 3.79 and 3.91; 9.04, 8.77 and 8.59%. For molasses values of 10.35, 10.98 and 11.69%; 31.07, 29.04 and 28.95%; 3.99, 3.73 and 3.93%; 8.60, 8.53 and 9.26%, respectively

INTRODUCCIÓN

La región Cajamarca, en particular, y otras del país, mantienen cíclicamente, épocas prolongadas de sequía generando escasez de forrajes y una corta temporada de lluvias donde la biomasa forrajera podría superar la demanda. Esta situación genera crisis alimentaria permanente en el ganado, con la consiguiente disminución de la productividad de la leche y carne al no cubrir sus necesidades de nutrientes, afectando también los parámetros reproductivos y alta mortalidad.

Conservar los forrajes para alimentar al ganado es una práctica importante y que debería aplicarse en nuestros sistemas de producción de especies herbívoras domésticas, ya que nos permitiría disminuir costos de producción al enfrentar las condiciones adversas del estiaje sobre la producción de biomasa forrajera. Este desafío para el ganadero conlleva a que debe contar con información validada por la vía de la investigación científica que debe realizar la Facultad de Zootecnia, Filial Cutervo, y ponerla al servicio de los productores para que sean más eficientes en sus procesos productivos.

Cabe mencionar también que el cambio climático que venimos experimentando cada vez con mayor efecto negativo en el ecosistema trastoca las actividades agropecuarias en general y la ganadera en particular. Ello, también exige generar tecnologías que nos hagan cada vez menos dependientes de la producción forrajera cotidiana.

La buena producción de Forrajes temporales durante la época de lluvias como avena forrajera y otras con alto rendimiento y adecuado valor nutritivo son alternativas válidas para

cubrir las deficiencias de la disponibilidad y calidad de forrajes en la época seca, a través de su conservación como la henificación o ensilaje.

El ganadero de la región Cajamarca y el de la Subregión Cutervo mantiene por tradición un sistema extensivo de la producción ganadero, con oscilaciones cíclicas en la producción por ser totalmente dependiente de la disponibilidad o carencia de forrajes los que son sujetos de la presencia de lluvias, pocos meses del año, o el estiaje en la mayoría de los meses. Así, sus costos de producción son oscilantes, su productividad es deficiente y de hecho, sus ganancias son invalorable o quizás pérdidas económicas que, por no estar tecnificado, no las cuantifica. Por eso es que se plantea **¿El ensilaje de avena forrajera con aditivos como la melaza y urea generarán un ensilado bien conservado, nutritivo y ser una alternativa a implementar en el medio?.** Esta interrogante genera una respuesta inmediata de que una avena forrajera bien conservada con la técnica del ensilaje, y los aditivos de melaza y urea, producirá un ensilado con escasas pérdidas, buena calidad y mejor valor nutritivo que la planta normal.

Un periodo prolongado del año (entre junio y diciembre), es de sequía, con agotamiento rápido de la producción, con grandes pérdidas para los productores dedicados a este rubro, los acopiadores y las queserías que dependen de esta gran actividad. Buscar alternativas que contribuyan a solucionar esta problemática queda ampliamente justificado. Pensando en contribuir para solucionar el problema de la falta de información accesible sobre la conservación de forrajes para la alimentación del ganado, se lleva a cabo este estudio, con el propósito de crear una tecnología válida en nuestras condiciones y que se espera tenga la utilidad que de ésta se espera. Sin embargo, los procesos de conservación generalmente son

costosos por que implican el uso de maquinaria especializada, la cual no siempre está disponible para los pequeños productores. Una alternativa es el ensilaje en bolsas plásticas, una práctica de menor costo y que está al alcance de pequeños y medianos ganaderos con bajos recursos económicos. El presente estudio buscó lograr los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ✓ Validar la metodología del microsilo como una técnica para caracterizar nutricionalmente y otras cualidades del silaje

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar los niveles adecuados de los dos aditivos, melaza y urea, sobre los parámetros de evaluación del producto final (componentes químicos y otras resultantes), luego de 30 días de ensilado.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.Avena forrajera: Taxonomía, producción y valor nutritivo.

El tipo y variedad de la especie es *Avena Sativa* L. presenta las siguientes la clasificación taxonómica (Quevedo (2009)).

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Género	: <i>Avena</i>
Especie	: <i>Avena sativa</i>

En función al uso, se dice que los cereales pueden cultivarse con dos propósitos, como fuente de forraje o para la obtención y aprovechamiento del gano. Como forraje, los cereales son ricos en carbohidratos y pobres en proteínas y su valor nutricional depende del grado de crecimiento en el momento de la cosecha. El contenido de proteína de la materia seca de los cereales forrajeros generalmente va del 8 al 12%. En el momento de la formación de la espiga, el porcentaje de fibra bruta se incrementa como consecuencia al gran aumento de los carbohidratos solubles (McDonald *et al.*, 1979).

Se describe que la avena es una planta anual, posee una raíz fibrosa, el tallo es una caña herbácea y erguida con nudos llenos de entrenudos huecos generalmente va de 0.60 a 1.5

m las hojas son de color verde oscuro que alcanzan alrededor de 25 cm de largo y 1.6 de ancho. La inflorescencia es una panoja compuesta con ramificaciones largas y sostienen cada una un pequeño número de espiguillas (Robles, 1990).

Se explica que, desarrolla bien en condiciones de mediana profundidad, (FAO, 1994), que implican una profundidad efectiva de 40 a 60 cm. El óptimo de pH está entre 4,5 a 7,5 y con un óptimo de 6,0 (FAO 1994), y desarrolla mejor a una altitud de 1000 a 3000 m.s.n.m. (Aragón 1995). Requiere que se acumulen de 250 a 770 mm de agua durante el ciclo de desarrollo, siendo el óptimo 500 mm. (FAO 1994). El rango térmico de desarrollo está entre 5 y 30 °C con un óptimo de 17.5 °C. (FAO, 1994).

Así, se informa, en avena, que la proteína bruta, FDN y FDA varia en diferentes estados de madurez de la planta, siendo de la siguiente manera: Inicio de elongación de entrenudos (14.1% PC, 36.2% FDN, 15.5% FDA), Elongación de entrenudos (14.1 PC, 42.3% FDN, 18.5% FDA), Inicio de encañasen (13.5% PC, 42.1% FD, 17.1% FDA), Inicio de Panojamamiento (11.1% PC, 49% FDN, 22.4% 16 FDA), Grano Lechoso Pastoso (8.1% PC, 51.4% FDN, 26.2% FDA) y Grano Duro (8.8% PC, 54.5% FDN, 27.5% FDA), Bolleta *et al.*, (2006).

En general, se establece que los cereales de grano pequeño, como la avena, se pueden cultivar en una gran variedad de condiciones y tipos de suelo, pero, para obtener una buena cosecha, es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características: 1) una estructura granular, que le permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo, 2) una capa arable de hasta unos 30 cm, para un enraizamiento adecuado, 3) que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación y la aireación y 4) alto

contenido materia orgánica. Antes de cultivarles, es necesario analizar el suelo para determinar su fertilidad, acidez y salinidad. Los mejores resultados se obtienen con un pH alrededor de 7 (Santoyo y Quiroz, 2010).

Se ha informado que la avena, variedad “Turquesa”, en un ambiente con precipitación mayor a los 500 milímetros durante un ciclo de cultivo, alcanzó hasta cuatro toneladas 532 kilogramos por hectárea y que en ambientes críticos con precipitaciones menores a 300 milímetros el rendimiento fue de una tonelada 782 kilogramos por hectárea, explicaron los investigadores (SAGARPA, 2010).

La Avena (*Avena Sativa*), planta herbácea anual, pertenece a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales; tallos son gruesos y rectos, pueden variar de medio metro hasta metro y medio, están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos; las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo; la flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas. Es considerada una planta de estación fría, muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano. Es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, aunque le puede perjudicar el exceso de humedad. Se adapta a terrenos muy diversos, preferentemente profundos y arcillo-arenosos (Jurado et al., s.f.).

A la avena (*Avena sativa* L.) se la cita como una importante planta productora de grano en varios países, que también se utiliza como forraje para la alimentación de animales en

pastoreo, heno o ensilado; produce forraje de buena calidad cuando otros cultivos forrajeros de mejor calidad son escasos (SIACON, 2011).

El cultivo de avena para obtener un rendimiento forrajero óptimo necesita ciertas condiciones ambientales tales como la humedad relativa que debe variar entre 60 a 75 %, esta especie se cultiva entre altitudes de 3,812 a 4,200 m.s.n.m. Requiere una precipitación de 500 a 700 mm para un desarrollo y rendimiento adecuado; la temperatura máxima debe variar entre 16 a 17 °C y una mínima de 6 a 8 °C. El suelo es otro factor determinante para el éxito o fracaso del cultivo de avena forrajera, prefiere suelos profundos con contenido de materia orgánica y de textura franco arcilloso, pH Alcalino: 7.3 a 8.0, aunque puede tolerar suelos con tendencia ácida de 5.5 a 6.8 (Argote y Ruiz, 2011).

Al evaluar el efecto de la variedad, sistema de siembra y estado de madurez al corte sobre el rendimiento y composición química del forraje de avena, en siete variedades sembradas en surco con contras y en plano sin surco, en condiciones de temporal (secano) en cinco localidades, con cosecha en tres etapas fenológicas: embuche (EMB), grano masoso (MAS) y madurez fisiológica del grano (MF); midieron el rendimiento de materia seca, la composición química del heno (%), y se estimó la materia seca digestible (MSD, %) y la energía neta de lactancia (ENL, Mcal kg⁻¹).. El sistema de siembra no afectó al rendimiento ni a la composición química del heno. A medida que la etapa de corte fue más cercana a MF el rendimiento de MS se incrementó linealmente (2247, 3120 y 4475 kg ha⁻¹ para EMB, MAS y MF, respectivamente). En proteína cruda hubo efecto de la interacción de variedad x madurez al corte. A medida que la cosecha fue más cercana a MF las fracciones de fibra disminuyeron e inversamente MSD y ENL aumentaron linealmente. La composición química del heno de avena mejoró al acercarse a la madurez fisiológica del grano debido a la disminución en su

contenido de fibra, sin presentar diferencias importantes entre variedades (Ramírez et al., 2013).

Un estudio sobre fertilización indica que los componentes químicos varían ampliamente en función al fertilizante y citan un contenido en materia seca entre 16.3 a 24.7%, extracto etéreo desde 1.6 a 2.7%, proteína cruda entre 9.9 y 14.8%, fibra cruda desde 17.1 a 47.6% y un rendimiento de biomasa verde entre 29 y 54.5 tm/ha. (Reasco, 2015).

1.2.El ensilaje y ensilado: Un método de conservación de los forrajes.

1.2.1. Conceptos

Se cita al ensilaje como el proceso que consiste en depositar el forraje con su humedad natural o con humedad suficiente por pre-desechado, en unos reservorios especiales (silos) para producir fermentación anaerobia (en ausencia de aire), al abrigo de la luz y de la humedad exterior y el producto obtenido es el ensilado (Mayta, s.f.).

También existe el concepto que el material verde ensilado puede ser fácilmente alterado por los microorganismos epifíticos si no cumplen los requisitos para su conservación, el apisonamiento no correcto permitiendo cámaras de aire, así como la presencia de partículas térreas ocasionan en el material troceado un aumento de microorganismos epifíticos, que pudren la masa verde, dando olores y sabores indeseables para el consumo de los animales de producción, además de las considerables pérdidas de un volumen de alimento; se destacan especies de bacterias proteolíticas causantes de la desaminación y otros productores de ácido butírico es característico observar presencia de mohos y coloración oscura en el material alterando sus propiedades organolépticas (García, 1986).

Otro, resalta que el principio fundamental de la conservación de forrajes ensilados es lograr rápidamente una disminución del pH, a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas y el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo (Woolford, 1990). Cuando el deterioro aeróbico tiene lugar, hay cambios en los parámetros químicos del forraje ensilado. El nivel de pH tiende a aumentar, el amoníaco y las aminas se acumulan, y los niveles de ácidos orgánicos tienden a disminuir (Johnson, 1989). .

Sobre el crecimiento de los microorganismos éstos están influenciados por el pH del medio donde se encuentran (Rodríguez-Romero *et al.*, 2002) y que los mohos y levaduras crecen dentro de un intervalo de pH entre 5 y 6, mientras que los pH ácidos y la alcalinidad inhiben el crecimiento microbiano (Tortora *et al.*, 1993).

También se explica que el ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias productoras de ácido láctico en condiciones anaeróbicas, el producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos, la presencia de oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O, las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético, al generarse estos ácidos el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (Merry et al. 1997).

En otro enfoque, hacen notar que el forraje que se ensila experimenta una serie de transformaciones como consecuencia de la acción de las enzimas de la planta y de los microorganismos presentes en la superficie foliar o que puedan incorporarse voluntariamente

(aditivos) o accidentalmente (contaminación con suelo o similar). Las enzimas actúan sobre procesos respiratorios y sobre la descomposición de glúcidos y proteínas. Al principio el forraje en el silo continúa respirando, absorbiendo oxígeno y liberando anhídrido carbónico, con desprendimiento de calor. Esta respiración ocasiona una pérdida de materia seca muy digestible y sobre todo reduce el contenido de azúcares de la planta, perjudicando la actuación posterior de la flora láctica que no podría encontrar suficiente cantidad de hidratos de carbono para garantizar una suficiente acumulación de ácido láctico. Por ello, es conveniente llenar y cerrar lo más rápidamente el silo. El aire aprisionado en el interior de un silo es desprovisto de oxígeno en menos de 12 horas, produciéndose un ligero aumento de la temperatura de la masa ensilada de 3 a 5 °C (Cañeque y Sancha, 1998).

Una fuente cree que el silaje es considerado una técnica de conservación de forraje por condiciones húmedas a diferencia de la henificación (fardo o rollo) en que la conservación del material se produce a partir de un deshidratado previo, estableciendo un ambiente óptimo para el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (M.O.), en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). Ensilar en estas condiciones producen pérdidas (de efluentes, escurrimiento de líquidos, destrucción de la proteína verdadera , de los carbohidratos solubles (CHOS); por ello y en la medida que esas fases químicas y biológicas, se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el instante oportuno, tamaño del picado adecuado, corta –picado y compactación rápida, sellado hermético del ensilaje etc.), se puede lograr un material ensilado con una calidad nutricional que es ligeramente inferior al cultivo verde antes de ensilar (Fernández, 1999).

La cita dice que el ensilaje es un método de conservación de forrajes en el que se inhibe el crecimiento de microorganismos degradadores de la materia orgánica, preservados

con ácidos, sean estos agregados o producidos en un proceso de fermentación natural, llevado a un depósito de dimensiones y forma variable denominado silo, en el que se dispone en capas uniformes eliminando el aire mediante compresión y cubriéndolo finalmente (Mannetje, 2001).

Describen que el ensilado es el material producido por una fermentación anaeróbica controlada con elevado porcentaje de humedad. Hay producción de ácidos orgánicos, especialmente el ácido láctico, por bacterias que crecen en medio anaeróbico. Muchos factores intervienen en la realización de un ensilaje palatable de alto valor nutritivo: % MS del forraje antes de ser colocado en el silo, composición en el momento del corte, actividad de las enzimas de la planta, presencia de aire, tipo de microorganismos presentes y su desarrollo, producción de ácidos y bases orgánicos, acidez apropiada. Inicialmente cuando se coloca el forraje en el silo los microorganismos dominantes son aerobios. Se requiere la compactación del material en el silo para reducir la cantidad de oxígeno y favorecer una buena fermentación. En 4 días habrá cientos de millones de bacterias lácticas por gramo de ensilaje. Las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles produciendo secuencialmente distintos ácidos, los que reducirán el pH a 4-4.2, punto en el cual la acidez inhibirá otras fermentaciones. El nivel de ácido láctico en un ensilaje bien preservado está alrededor del 8 %. La calidad del producto final estará dada por el nivel de humedad y la temperatura durante la fermentación (Parsy et al., 2001).

La fuente describe que el ensilaje ofrece la posibilidad de asegurar alimentos durante épocas de alta producción para conservarlos para su empleo futuro, especialmente en períodos de escasez. Para el caso del maíz, el elevado contenido en almidón del grano hace que este

forraje tenga un contenido energético superior al heno o al forraje de sorgo y que, sea un buen material para ensilar (Wong, 2001).

Advirtieron sobre el efecto de la entrada de aire al ensilado, ya que el oxígeno promueve la actividad de microorganismos deteriorantes y reductores de los azúcares solubles y ácidos orgánicos, resultando en un incremento del pH y disminución en la digestibilidad y contenido de energía. En consecuencia, los ensilajes deteriorados pueden conducir a pérdidas económicas elevadas y bajo desempeño productivo en los animales (Jobim y Gonçalves, 2003).

Como ventaja se explica que cuando se hace un silo, se puede aprovechar el pasto verde de la época lluviosa, principalmente pastos de cortes como el King grass común, pasto Camerún, maíz, sorgo y caña. De igual forma, se evita las pérdidas en la finca y se dispone de alimento en cantidad y calidad adecuado, sosteniendo la producción normal de la explotación durante todo el año (Sosa, 2005).

Se explica que los aspectos a considerar para la conservación de forrajes son: **Biológicos** (evitando la pérdida de nutrientes; preservación impidiendo efectos negativos en la salud animal; durabilidad del alimento conservado, con valor nutritivo estable. **Tecnológicos** (incrementar potencialidad productiva de los forrajes; utilizar eficientemente los recursos disponibles materiales y humanos; elegir la mejor opción en función de los recursos disponibles. **Económicos** (el balance debe ser positivo, o sea que los gastos no deben ser mayores que los ingresos; los incrementos productivos no deben implicar pérdida de eficiencia (Franco et al., 2007).

Ellos recomiendan especial atención a la velocidad de llenado, largo de picado, distribución y compactación del silo. Los organismos aeróbicos se incrementan en el material picado durante los primeros estadios de la fermentación que al respirar elevan la temperatura en el interior del silo y por esta razón se debe eliminar la mayor cantidad de aire si no consumirá un mayor número de hidratos de carbono, los cuales deben estar disponibles en primer lugar como sustrato para la fermentación. Cuando el aire desaparece, comienzan a multiplicarse los organismos anaeróbicos, productores en primera instancia de ácido acético, que provocan una disminución del pH y el incremento de la acidez del silo. Al mismo tiempo, comienzan a multiplicarse las bacterias formadoras de ácido láctico, que son las que en definitiva dominarán el proceso de fermentación del silo. Estas bacterias provocan que el pH baje lo suficiente (alrededor de 4). Este proceso puede tomar de 1 a 3 semanas, dependiendo del cultivo ensilado y en ese momento el ácido láctico representa el 6 % o más de la materia seca del silo. Un silaje de calidad se obtiene cuando el ácido láctico es el predominante debido a que las bacterias formadoras de este ácido son las más eficientes, por consumir sólo el 4% del total de los carbohidratos solubles que posee la planta. Este ácido también es el que provoca el rápido descenso del pH, considerando que mientras más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se habrán conservado. Un detalle no menor, es tener en cuenta que cuando se habla de los hidratos de carbono, que son la "materia prima" para la fermentación, nos referimos a los hidratos de carbono solubles y en ningún momento se consideran los hidratos de carbono estructurales (celulosa, hemicelulosa), ni los complejos como el almidón. El contenido de grano no tiene nada que ver con los procesos fermentativos (Bragachini et al., 2008).

Describen que las siguientes características organolépticas se asocian con ensilajes de alta calidad: El **olor** aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico. La presencia de olores a húmedo (indicativo de la presencia de moho), a vinagre (ácido acético), a orines (amoníaco), a mantequilla rancia (ácido butírico) no es aceptable en un ensilaje de buena calidad. En general, los animales en producción tienden a rechazar los alimentos que presentan olores fuertes; el **color** final debe ser entre verduzco y café claro (en un ensilaje, los colores café oscuro o negro son indicativos que se elevó mucho la temperatura en el silo y se perdieron muchos nutrientes, siendo frecuente encontrar algunas manchas blancas o rosadas, indicativas de la presencia de mohos, pero las mismas no serán mayor problema mientras no sean dominantes, sin embargo, por lo general, los animales van a rechazar esas porciones de ensilaje afectadas por el moho); la **textura** del ensilaje debe ser firme, es decir no debe deshacerse al presionar con los dedos (Reyes et al., (2009).

Relata que el ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año (Filippi, 2011).

Describe que el método de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempo de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, también permite aumentar el número de animales por hectárea, la sustitución o complementación de los concentrados, además favorece manejar ganado en forma intensiva semi-intensiva o estabulada. Es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías

del país por la gran variedad de forrajes y se pueden producir varias cosechas en el año (Reyes, 2013).

1.2.2. Fases en el ensilaje

Expone que se diferencian tres fases en el proceso: la fase aeróbica que comprende los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire; la fase anaeróbica o periodo real de fermentación, corresponde a los cambios de la masa forrajera después de eliminar el aire, y la fase de alimentación o vaciado que se inicia después de la apertura del silo. A continuación se describe ampliamente que procesos ocurre en cada una de las fases (Matta, 2008).

1.2.2.1. Fase aeróbica

La presencia de oxígeno facilita la actividad de células vegetales y microorganismos aeróbicos existentes. Se registra el desarrollo de bacterias aerobias (*Klebsiella* y *Acetobacter*) que son por tanto, más activas cuanto mayor sea la cantidad de aire aprisionado en el forraje. En esta actividad aeróbica y por acción de enzimas vegetales los azúcares son convertidos en dióxido de carbono o ácido acético (ácido cuya eficacia conservadora no es muy notable debido a su escasa capacidad acidificante), agua y calor, mientras que los carbohidratos de reserva y la hemicelulosa son transformados en azúcares, actividades que permiten prolongar la respiración celular. Los procesos de oxidación reducen el nivel de oxígeno en la masa forrajera, presentándose entonces lisis celular con liberación de proteasas, las cuales incrementan los niveles de nitrógeno no proteico a expensas de proteína, actividad de máximo nivel durante las primeras 48 horas. De esta manera, procesos ineficientes de transporte y llenado del silo originan prolongadas fases aeróbicas, las cuales se

acompañan de elevación de temperatura del forraje (daño por calor), e incremento de proteólisis, con elevadas pérdidas de energía y materia seca (Mier, 2009).

1.2.2.2. Fase anaeróbica o período real de fermentación

Los cambios químicos que se presentan en la masa forrajera durante la fase anaeróbica del proceso son originados por microorganismos, los cuales pueden originar tres tipos de fermentación anaeróbica: acética, láctica y butírica siendo láctica la fermentación ideal para el proceso de ensilaje (Matta, 2008).

En este sentido se informa que si durante este período se ha producido suficiente cantidad de ácido como para bajar el pH igual o inferior a 4,2 las bacterias lácticas se constituyen en los microorganismos predominantes transformando azúcares en ácido láctico, cuyo nivel incrementa hasta inhibir el crecimiento microbial; a este nivel se considera que el forraje ha sido fermentado y su calidad se mantendrá estable mientras haya ausencia de oxígeno. Generalmente esta fase tiene una duración que puede variar entre 10 y 25 días. La acidez del forraje también es afectada por la capacidad buffer del cultivo, determinada por la resistencia de una muestra de forraje al cambio de pH. En general, las leguminosas presentan mayor capacidad buffer que las gramíneas, motivo por el cual se ensilan con mayor dificultad y el producto resultante presenta un mayor pH (Besoain, 2007).

Igualmente se manifiesta que una vez eliminado el oxígeno de la masa forrajera, tras un período de tiempo que varía entre las 24 y 48 horas aparecen las bacterias heterofermentativas (*Leuconostoc* y algunos *Lactobacillus brevis* y *L. buchneri*), inician su multiplicación (fase de transición), convirtiendo los azúcares simples en ácidos orgánicos, principalmente acético y láctico. El crecimiento y multiplicación de estas bacterias continúa

hasta cuando el pH desciende a valores cercanos a 5. Aunque se produce ácido acético, esta fase es necesaria para crear dentro de la masa forrajera un ambiente más favorable para el desarrollo y crecimiento de bacterias ácido lácticas homofermentativas (*Pediococcus damnosus* y *Lactobacillus ruminis*), que forman ácido láctico en grandes cantidades; esto sucede entre el 3o y 5o día. Desde aquí hasta el día 17 a 21 de la conservación el ácido se va acumulando en cantidades crecientes al tiempo que el forraje se hace cada vez más inhabitable para otras bacterias (Mier, 2009).

1.3. Factores a considerar en el proceso del ensilaje.

1.3.1. Ligados a la planta

1.3.1.1. Contenido de materia seca

Resaltan que el contenido correcto de MS (30-35%) de la planta antes del ensilado es un factor importante para el éxito de la fermentación, así la degradación del ácido láctico y la producción de amoníaco por bacterias butíricas se ven considerablemente atenuados (Cañeque y Sancha, 1998).

Otro, explica que forrajes con contenidos de más del 70% de humedad son indeseables dado que el crecimiento de los *Clostridium* no se inhibe aun cuando el pH baje a 4, obteniéndose ensilajes de bajo valor nutricional por pérdidas de efluentes, y poco apreciado por los animales (Alaniz, 2008).

1.3.1.2. Contenido de azúcares solubles

El autor sostiene que la glucosa y la fructosa son dos monosacáridos de uso inmediato y son los más importantes en gramíneas (Concentraciones de 10-30 g/kg MS).

En cambio la sacarosa y los fructosanos tienen que pasar por hidrólisis para poder ser aprovechados por los microorganismos responsables de la fermentación (Mc Donald, 1981).

Cita que los principales compuestos que constituyen el sustrato para las bacterias en el proceso fermentativo son los CHOS. Menor importancia para dicho proceso poseen compuestos como la hemicelulosa, la pectina y los ácidos orgánicos, los que en alguna medida son utilizados (Latrille, 1991). Una baja cantidad de CHOS en la planta asociada a un bajo contenido de materia seca (material muy húmedo), crean condiciones extremadamente propensas al desarrollo de fermentaciones secundarias (Peñagaricano, 1986).

Ellos hacen notar que los carbohidratos no estructurales (o fácilmente fermentables) de la planta constituyen el sustrato nutricional del cual depende primordialmente la acción de la microflora fermentativa del forraje. En consecuencia, en la medida en que el contenido de azúcares del forraje sea mayor, más rápido y eficiente será el proceso de ensilado (Wernly y Hargreaves, 1988).

El asevera que normalmente el contenido de CHOS se indica como porcentaje de la materia verde, ya que se considera una medida más útil al indicar la concentración de ellos en el forraje al momento de ser ensilado. En general, se ha estimado que el contenido de CHOS requeridos para lograr un pH estable es significativamente mayor en leguminosas que en gramíneas y en forrajes con un menor contenido de materia seca (Balocchi, 1999).

Este autor hace notar que los microorganismos usan los carbohidratos hidrosolubles como la principal fuente de energía para su crecimiento. Los principales son la fructosa, sacarosa y fructosanos. El bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles del forraje pueden limitar las condiciones de la fermentación. Bajo esta condición el pH no baja como para llegar

al estado de conservación. Normalmente se requiere un mínimo de 6 a 12% de carbohidratos hidrosolubles sobre materia seca, para una apropiada fermentación en el ensilaje. El contenido de carbohidratos en las plantas depende del tipo de forraje, de las condiciones del cultivo, así como las ambientales. Mannetje (2001), complementa que cuando un material pese a su buena calidad, no contiene cantidades suficientes de azúcares es necesario añadirle melaza o alguna otra fuente de azúcares que faciliten su fermentación (Alaniz, 2008).

1.3.1.3. Capacidad tampón

Ellos indican que al aumentar la edad de la planta se incrementa la proporción tallo/hoja, con lo cual los procesos metabólicos disminuyen. Como consecuencia, se reduce el contenido de ácidos orgánicos, lo que conlleva un descenso de la capacidad tampón con la maduración (de la Roza, 2005). Cuanto mayor sea el poder tampón más ácido láctico será necesario que se forme en el ensilado para poder alcanzar el pH óptimo de 4, y mayor cantidad de azúcares fermentables será necesaria para poder proporcionar dicho ácido láctico (Cañeque y Sancha, 1998).

Relatan que la capacidad tampón (CT) en plantas forrajeras es definida como la resistencia que presenta la planta a las variaciones de pH. La capacidad tampón depende básicamente de la composición de la planta en cuanto a proteína bruta, iones inorgánicos (Ca, K, Na) y la combinación de ácidos orgánicos (Jobim et al., 2007) y se acota que la capacidad tampón se refiere a la resistencia que tiene la planta a las variaciones del pH. La CT depende de la composición de la planta en lo que respecta a proteína bruta, iones inorgánicos (Ca, K, Na) y la combinación de ácidos orgánicos.

1.3.1.4. Grado de madurez óptimo

Han observado que el proceso del ensilado no mejora en ningún caso la calidad inicial del forraje o del alimento, limitándose a conservarla cuando se realiza de forma adecuada. En forrajes el momento óptimo de cosecha será cuando el valor nutritivo y las características físico químicas estén relacionadas, es decir los forrajes aunque siendo jóvenes presentan un valor nutritivo elevado, su gran contenido en agua y en materia nitrogenadas los desaconseja para ensilar, dando lugar a una baja producción por hectárea, aunque el consumo sea elevado. Por otra parte cuando son recolectados tardíamente aunque aumente su producción por hectárea, presentan un alto contenido en glúcidos estructurales en sus paredes (celulosa, hemicelulosa y lignina) y un bajo contenido en materias nitrogenadas, lo que determina un bajo valor nutritivo y un menor consumo, desaconsejándose para ensilar (Cañeque y Sancha, 1998).

1.3.2. Ligados a la realización del ensilado

1.3.2.1. Tamaño de la partícula

Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDN, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje (Gallardo, 2003).

Para el tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales

precauciones para ensilar forrajes. Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedarse bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente. Pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje (Vieira da Cunha, 2009).

1.3.2.2. Premarchitamiento

Dicen que la producción de efluentes se ve disminuida con el premarchito, lo que se traduce en una menor pérdida de nutrientes y menores contaminaciones al medio ambiente; sin embargo, esta disminución en la pérdida de nutrientes se ve equiparada con cierto grado de pérdida de componentes nutricionales por respiración y fermentación durante el secado a campo (Thomas y Golightly, 1983).

Y que los ensilajes premarchitos se estabilizan a valores de pH superiores que los elaborados por corte directo; debido al aumento en la presión osmótica durante el proceso fermentativo, lo que es favorable para inhibir el crecimiento y acción de bacterias perjudiciales (Peñagaricano, 1986).

Explica que consiste en cortar el forraje y dejarlo secar en el terreno por 24 a 48 horas, para luego recolectarlo y ensilarlo con menor contenido de humedad. El aumento en el nivel de materia seca se traduce en una mayor concentración de carbohidratos solubles y en una disminución de la capacidad tampón, todo lo cual es favorable para obtener una mejor fermentación. Además, se reducen las pérdidas totales de materia seca en el silo, mejorando en la mayoría de los casos su valor nutritivo (Klein, 1991).

Ellos hacen ver que la disminución del contenido de agua del alimento a ensilarse se puede realizar mediante el prensado, o bien mediante su exposición al aire libre durante un corto período de tiempo (6-24 horas), obteniéndose contenidos de materia seca entre 30 y 40%, no es aconsejable sobrepasar estos contenidos, ya que ello inhibiría también el desarrollo de la flora microbiana beneficiosa y además dificultaría el prensado del silo, obligando a un picado más fino del alimento (Cañequé y Sancha, 1998).

Él dice que en casos cuando el bajo valor de MS y CHS en pastos tropicales (C4) tiene como resultado una mala fermentación del material verde recién cortado. El proceso de marchitez podría ser beneficioso pero en condiciones climáticas inestables requerirían un período prolongado de marchitez, lo cual puede derivar en una fermentación mala a causa de la proteólisis producida por enzimas endógenas; a su vez se refleja en una proporción más baja de "proteína verdadera" en el forraje y en consecuencia, una proporción más alta de N amoniacal en el ensilaje. El uso de ciertos aditivos puede ser una buena alternativa para reemplazar el proceso de marchitez, (ejm: la pulverización de ácido fórmico sobre la cosecha antes de segarla), como es el caso de ciertos pastos con tallos gruesos y hábito erecto (*Pennisetum* spp., *Panicum* spp.) que producen una gran cantidad de biomasa, difícil de pre acondicionar y manipular lo que hace problemática la mecanización y eleva los costos de mano de obra (Mühlbach, 2001).

1.3.2.3. Adición de productos conservantes

Se especifica que los factores que influyen en la calidad del ensilaje se pueden separar en dos grandes grupos; por un lado se tiene todo lo relacionado con la técnica del ensilado y por el otro, lo concerniente al material original utilizado. Dentro de este último grupo encontramos dos factores que son especialmente determinantes en el resultado

del ensilaje. Primero la composición química del forraje al momento del corte, y en segundo lugar la aptitud fermentativa del forraje (Latrille, 1991).

También escriben que existen numerosos estudios para mejorar la ensilabilidad de los forrajes mediante la adición de conservantes (Ac. Fórmico, acético láctico, propiónico), inoculantes (Bacterias del ácido Láctico), enzimas, sustratos absorbentes, los cuales son sustancias secas (paja de trigo, cebada, pulpa de cítricos, pulpa de remolacha,..) que se añaden a la hierba fresca antes del ensilado con el objeto de absorber humedad y nutrientes como amonio, urea (Cañeque y Sancha (1998).

1.4. La melaza y urea como aditivos en el ensilaje

Al suplir melaza de caña a razón de 3 por ciento (peso w/w, base fresca) al forraje de pasto elefante (12,9 % MS, 6,6 % CHS) se obtuvo un ensilaje con una calidad de fermentación relativamente buena, pero reduciendo la recuperación de nutrientes del ensilaje, comparado con los valores de ensilaje proveniente de forraje tratado con ácido fórmico (Boin, 1975). La misma dosis de melaza también produjo un aumento en la digestibilidad de MS *in vitro* para forraje de pasto elefante ensilado a 51, 96 y 121 días de crecimiento vegetativo (Silveira *et al.*, 1973).

Sin embargo, considera que el hecho de suplir azúcar no es suficiente para permitir que pueda competir exitosamente con otros componentes de la microflora del ensilaje y asegurar una buena preservación. Incluso, bajo condiciones de alta humedad, la melaza puede también inducir un deterioro clostridial, especialmente en forrajes muy enlodados (Woolford, 1984).

Forraje de pasto Guinea (*Panicum maximum*) con 4 y 8 semanas de crecimiento (18,6 % MS y 26,5 % MS, respectivamente) fue ensilado solo o con 4 por ciento de melaza usando

silos de laboratorio de 400 g. Los valores para pH variaron entre 4,4 a 5,4 y 4,0 a 4,7, y el N amoniacal entre 23,5 a 35,3 y 15 a 39, respectivamente, para ensilajes no tratados y ensilajes que recibieron melaza (Esperance *et al.*, 1985).

Evaluaron los efectos de agregar dosis de 4 y 8 por ciento de melaza a ensilajes de *Panicum maximum* cv. Hamil, pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y Setaria (*Setaria sphacelata* cv. Kazungula) cosechadas a 4, 8 y 12 semanas de crecimiento. Los resultados de este ensayo de laboratorio en bolsas plásticas con 500 g de ensilado sellado al vacío y mantenidos en la obscuridad, con temperatura ambiente controlada, permitieron concluir que la dosis de 4 por ciento (w/w) de melaza debiera ser suficiente para una buena preservación (Tjandraatmadja *et al.*, 1994).

A forraje de pasto elefante enano (cv. Mott) cortado a los 72 días de rebrote (14,4 % MS, 7,1 % CHS) con alta capacidad tampón, se le agregó 4 por ciento de melaza y se le ensiló en bolsas plásticas de 4 kg; su ensilaje dio valores más bajos para pH y para N amoniacal que el ensilaje control (Tosi *et al.*, 1995).

Al ensilar forraje de pasto Bermuda triturado (32.4 % MS, 70.2 % NDF) con cuatro dosis de melaza (0, 4, 8 y 12 %) concentrada al 97 por ciento MS pre tratada con inoculante 1174 Pioneer® en una dosis de 1.7 l/t de forraje, el cual se almacenó en recipientes plásticos de 19 litros y a mayores dosis de melaza se obtuvieron menores valores de pH, ADF, y porcentajes de NDF y un mayor valor de digestibilidad de MS *in vitro* para estos ensilajes (Nayigihugu *et al.*, 1995).

El empleo de urea asociado o no a minerales, resulta interesante en la alimentación tanto de ganado lechero como de producción cárnica, para el ensilado de maíz y cualquier otro

tipo de material ensilado siempre que su contenido de MS se encuentre comprendido en 25-30% se añade la urea a razón de 14-17g/kg MS, siendo: 4% del peso en fresco en los ensilados que contienen entre el 25 y 30% de MS; 5% del peso fresco en los que tienen 30% o más de MS (Cañete y Sancha, 1998).

Aditivos de nitrógeno no proteico (NPN), especialmente la urea, al ser agregados a forrajes con valores altos en MS, y bajos de poder tampón (granos de maíz o sorgo) aumentan el contenido de PB y pueden mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje al momento de ser abierto. (Mülbach, 2001).

La adición de urea en ensilados de caña de azúcar aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal, siendo una ventaja para este tipo de ensilado ya que la producción de amonio controla la aparición de levaduras (Rezende et al. (2007).

Otra fuente relata que el ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año. (Filippi, 2011).

Se establece que las características ideales de un ensilaje de avena debe contener un contenido en materia seca de 30.1%, pH de 3.9, proteína bruta de 9.0%, 34.3% de FDN y 55.3% de FND (Matilla, 2011).

La avena forrajera fue ensilada si aditivos y con aditivos, encontrando que la materia seca fue de 28.78% en el primer caso y hasta 30.18% con sauco como aditivo; la fibra cruda,

para esos ensilajes fue de 38.36 y 44.16%; proteína cruda de 11.43 y 18%. (Apaéz et al., 2012).

En un experimento se estudió el ensilado de avena (*Avena sativa* L.) sin y con la adición de aditivos químicos y fermentativos en el momento del ensilaje sobre la composición química y pH. A los 120 días de edad fue cortado y almacenado en silos de laboratorio de PV (2 kg de materia natural por silo) durante 90 días de fermentación. La adición de 10% de salvado de trigo se mostró más eficiente de aumentar la materia seca en relación a los demás tratamientos. La incorporación de calcio en la forma de óxido o sulfato promovió respectivamente, la disminución de los contenidos de materia orgánica en comparación al ensilado libre de aditivos (85.38, 87.24 vs 89.51%), consecuentemente los valores de materia mineral fueron más elevados. Los mayores valores de proteína cruda fueron observados en los ensilados adicionados de 1% de urea y de 10% de salvado de trigo (11.14, 10.01%) en relación al ensilado libre de aditivos (8.66%). Los ensilados adicionados de urea, calcio en la forma de óxido o sulfato y de maíz amarillo duro triturado en relación al tratamiento libre de aditivo promovieron decrecimiento en los valores de carbohidratos totales (74.88, 73.92, 75.59, 75.59 vs 77.85%). El uso de maíz amarillo duro triturado mejora el proceso fermentativo, además de promover mejoras en la calidad de la materia seca, proteína cruda y extracto etéreo del ensilado estudiado. La adición de salvado de trigo, en el nivel de 10%, mejora la composición química del ensilado de avena, pues incrementa los contenidos de MS, PC y EE. Sin embargo, no contribuye para la mejora del pH. El aditivo urea proporcionó un padrón fermentativo diferente a lo observado en los ensilados convencionales. En promedios, hallaron que la materia seca varió de 19.46 a 32.31%, proteína cruda de 8.66 a 11.14%, pH entre 4.4 y 5.5 (Cordero et al., 2013).

Se ha evaluado las características nutricionales de dos genotipos de avena cortada en la etapa de floración y en la etapa de grano de masa para la producción de ensilado, habiéndose encontrado, para avena negra y avena blanca rendimientos de 6254 y 6792 kg de materia seca/ha, materia seca de 25.9 y 32.5%, pH de 4.36 y 2.4, proteína cruda de 8.2 y 6.2% (Gamarra, 2013).

El ensilaje es un método de conservación de forrajes o subproductos agrícolas con alto contenido de humedad (60-70 %), mediante la compactación, expulsión del aire y producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, mediante el uso de algunos aditivos, se puede mejorar este valor (SEGARPA, s.f.).

A una altitud de 3700 m.s.n.m. se evaluó diferentes concentraciones de urea sobre el ensilaje de avena, encontrando que con 0.5% urea se logró un mayor contenido de proteína cruda (13.54%), mayor extracto etéreo con 1.0% urea y 1.5% urea (4.30% y 3.99%), en el porcentaje de materia seca ensilada fue con 1.5% y 1.0% urea (36.46% y 35.05%), según lo describe Ramírez (2016).

II. MÉTODOS Y MATERIALES

2.1.Ubicación del estudio y su duración

El estudio se realizó a cabo en un ambiente de laboratorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Filial Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. La ciudad de Cutervo se localiza a 2649 m.s.n.m., 78°50'56'' de longitud oeste, 06°21'y 54'' latitud este. El periodo experimental a nivel de campo y laboratorio se inició en setiembre del 2017 y concluyó en marzo del año 2018.

2.2.Material en estudio

2.2.1. Tratamientos experimentales

T₀: Ensilaje de avena forrajera sin aditivos

T₁: Ensilaje de avena forrajera, sin melaza y 1.5% de urea

T₂: Ensilaje de avena forrajera, sin melaza y 3.0% de urea

T₃: Ensilaje de avena forrajera, sin urea y 2% de melaza

T₄: Ensilaje de avena forrajera, con 1.5% de urea y 2% de melaza

T₅: Ensilaje de avena forrajera, con 3.0% de urea y 2.0% de melaza

T₆: Ensilaje de avena forrajera, sin urea y 4% de melaza

T₇: Ensilaje de avena forrajera, con 1.5% de urea y 4% de melaza

T₈: Ensilaje de avena forrajera, con 3.0% de urea y 4.0% de melaza

2.2.2. Forraje en evaluación

La avena forrajera provino del cultivar establecido en las áreas forrajeras de la UNPRG, Filial Cutervo, con una edad aproximada de 120 días post siembra, en espiga y estado lechoso.

2.2.3. Aditivos para el ensilaje.

La melaza, procedió de la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, comercializada en la ciudad de Cutervo. Fue un material fresco, que cumplía con ciertos estándares básicos (fresca, uniforme, coloración típica, sin grumos, siruposa). La urea, es la de uso como fertilizante, granulosa, e igualmente que mostraba características adecuadas para su empleo.

2.2.4. Otros materiales y equipos

En todas las fases experimentales se dispuso de:

- Bolsas de polietileno con capacidad para 3 kg
- Aspiradora de aire
- Rafia
- Plumón con tinta indeleble
- Cámara digital
- Ph-metro digital
- Licuadora y matraz
- Equipos y reactivos para análisis bromatológico
- Otros que el experimento lo requiera
- Tabla de evaluación organoléptica

2.3. Metodología experimental

2.3.1. Variables

a. Dependientes:

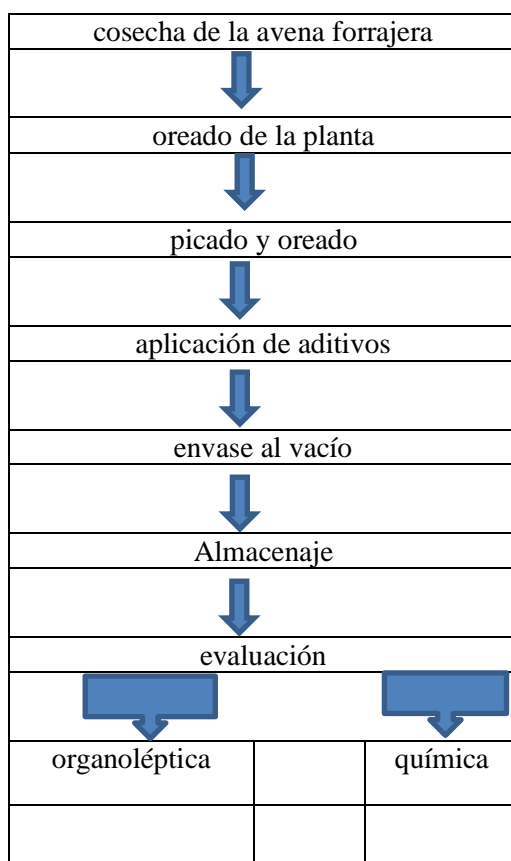
- ✓ Características organolépticas
- ✓ Composición química
- ✓ Pérdidas de material ensilado
- ✓ pH

b. Independientes:

- ✓ Niveles de urea como aditivo (U)
- ✓ Niveles de melaza como aditivo (M)
- ✓ Interacción UM

2.3.2. Procesamiento experimental

Todos pasos siguieron una secuencia que partió con la cosecha de la avena forrajera y concluyó con la fase del producto resultante del ensilado. Ver flujograma:



2.3.3. Evaluación de parámetros. Se empleó la propuesta de Chaverra y Berna (2000).

INDICADOR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
Color	Verde aceituna o amarillo oscuro	Verde amarillento. Tallos con tonalidad más pálida que las hojas	Verde oscuro	Marrón oscuro, casi negro o negro.
Olor	A miel o azucarado de fruta madura	Agradable, con ligero olor a vinagre	Fuerte, Ácido olor a vinagre, (ácido butírico)	Desagradable, a mantequilla rancia.
Textura	Conserva sus contornos continuos	Igual al anterior	Se separan las hojas fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos.	No se observa diferencia entre tallos y hojas. Es más amorfa y jabonosa. Al tacto es húmeda y brillante.

2.3.3.1. Características organolépticas:

✓ Color, olor y textura.

2.3.3.2. Pérdidas del ensilado

A la apertura de las bolsas se separará la fracción que se estimó como material descompuesto o no corresponder al material evaluable (presencia de moho).

2.3.3.3. p H. y otros análisis viables

Para la determinación del pH, se tomó 25 gramos del ensilado y sometido a licuación agregando 250 cc de agua destilada. En el material licuado se hizo la lectura a través del pH metro.

2.3.4. Picado de la avena forrajera.

Luego de 12 horas de premarchitado, la avena forrajera se picó manualmente procurando un tamaño de aproximadamente 4 cm., homogenizado y dejado a secar por 12 horas adicionales antes de proceder a la adición de los sustratos de melaza y urea y su embolsado en microsilos en una cantidad de 3 kg.

2.3.5. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se empleó el Diseño Completamente Randomizado, DCR, con arreglo factorial de 3 x 3 (3 niveles de urea y 3 niveles de melaza), con el siguiente modelo lineal y esquema de análisis de varianza (Padrón, 2009):

$$Y_{ijk} = \mu + T_k + U_i + M_j + (UM)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} : Respuesta asociada al nivel - i del factor (urea) y el nivel - j del factor (melaza).
 M : Promedio general: parámetro
 T_k : efecto del tratamiento k: parámetro
 U_i : Efecto principal de la urea -i: parámetro
 M_j : Efecto principal de la melaza- j: parámetro
 $(UM)_{ij}$: interacción entre urea - i y melaza - j: parámetro
 E_{ijk} : Error al azar o efecto residual, distribuido con media 0 y variancia σ^2 .

Cuadro 1. Esquema del analisis de varianza

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CM	Fc
Tratamientos	SCt	T – 1	SCt/t-1	CMt/CMe
U (urea)	SCa	A – 1	SCa/a-1	CMA/CMe
M (melaza)	SCb	B – 1	SCb/b-1	CMB/CMe
UM (Interacción de factores)	SCab	(A-1)(B-1)	SCab/(a-1)(b-1)	CMAB/CMe
Error Experimental	SCT – SCt	(n-1)(t-1)		
TOTAL	SCT	N - 1		

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Materia seca (MS) del ensilado

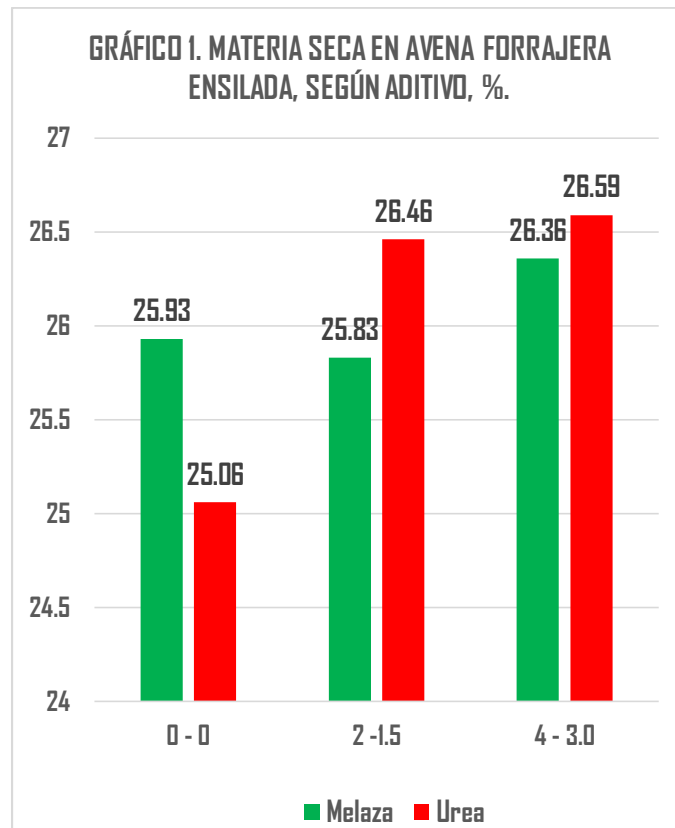
Los valores encontrados, promedios según tratamientos y aditivos se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Materia seca de avena forrajera ensilada con melaza y urea, %

% Melaza, Urea, %	0	2.0	4.0	Promedio
0	24.02	24.36	26.81	25.06^a
1.5	27.86	26.16	25.36	26.46^a
3.0	25.92	26.96	26.90	26.59^a
Promedio	25.93^a	25.83^a	26.36^a	26.04

a/ Letra exponencial para indicar que no hay diferencias estadísticas

Los datos expuestos, promedios, de acuerdo al nivel de urea aplicada insinúan cierta tendencia ascendente en el contenido de materia seca (25.06, 26.46 y 26.59%); mientras que, según el nivel de melaza no se muestra alguna tendencia o relación con el nivel (25.93, 25.83 y 26.36%). Gráfico 1.



También se puede acotar que, con el mayor nivel de ambos aditivos es cuando se logra un mayor contenido de materia seca de la avena forrajera ensilada.

El análisis de varianza realizado (Cuadro 1A), indica que no hubieron diferencias estadísticas entre tratamientos, entre efectos principales, ni en la interacción de ambos factores (melaza x urea).

Los valores encontrados de materia seca, en este trabajo, al ser comparados con la literatura consultada, se encuentra que se cumple con el ideal de un ensilaje de avena al fijarse un contenido en materia seca de 30.1% (Matilla, 2011). También hay similitud a la avena forrajera que fue ensilada sin aditivos y con aditivos y encontró materia seca de 28.78% en el primer caso y hasta 30.18% con sauco como aditivo (Apaéz et al., 2012). En tanto que, cuando se estudió el ensilado de avena (*Avena sativa* L.) los promedios de la materia seca

varió de 19.46 a 32.31% (Cordero et al., 2013). También los valores de este estudio se hallan dentro de los rangos del estudio de dos genotipos de avena cortada en la etapa de floración y en la etapa de grano de masa para la producción de ensilado, habiéndose encontrado, para avena negra y avena blanca materia seca de 25.9 y 32.5% (Gamarra, 2013). Mayor contenido de materia seca se menciona cuando se evaluó diferentes concentraciones de urea sobre el ensilaje de avena, encontrando que el porcentaje de materia seca ensilada fue con 1.5% y 1.0% urea (36.46% y 35.05%), según lo describe Ramírez (2016).

3.2.pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de avena forrajera.

3.2.1. Pérdidas y pH.

Los datos recolectados en el ensayo se exponen en el Cuadro 3.

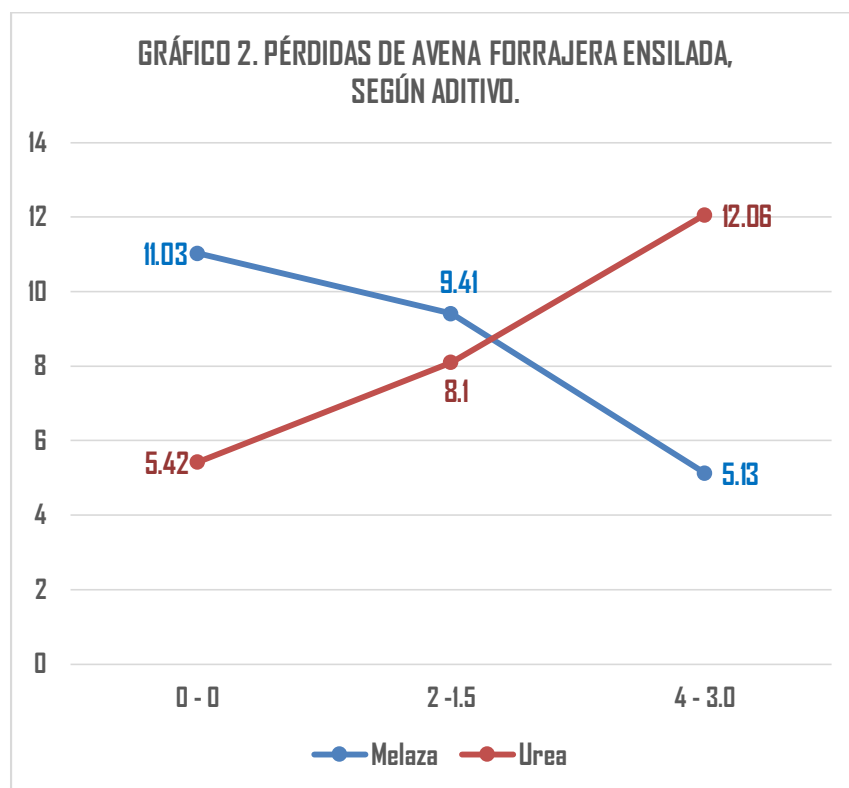
Cuadro 3. Pérdidas y pH del ensilado de avena forrajera, según tratamientos

Observaciones	M U	0.0	2.0	4.0	Promedi o
Pérdidas, %	0.0	7.93	7.70	0.63	5.42^a
	1.5	10.57	9.10	2.83	8.10^b
	3.0	12.80	11.43	11.93	12.06^c
	Promedio	11.03^a	9.41^a	5.13^b	8.53
pH	0.0	4.86	4.60	5.59	5.01^a
	1.5	4.77	5.16	4.79	4.91^b
	3.0	4.37	4.64	5.54	4.05^c
	Promedio	4.67^a	4.80^b	5.31^c	4.92

a, b, c / Exponentes que expresan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre medias de tratamientos

Las pérdidas experimentadas, por enmohecimiento, fueron bastante variables; encontrándose que en un tratamiento (T_2) fue insignificante (0.63%), frente a otro tratamiento (T_6) donde se tuvo la mayor pérdida de material ensilado (12.80%).

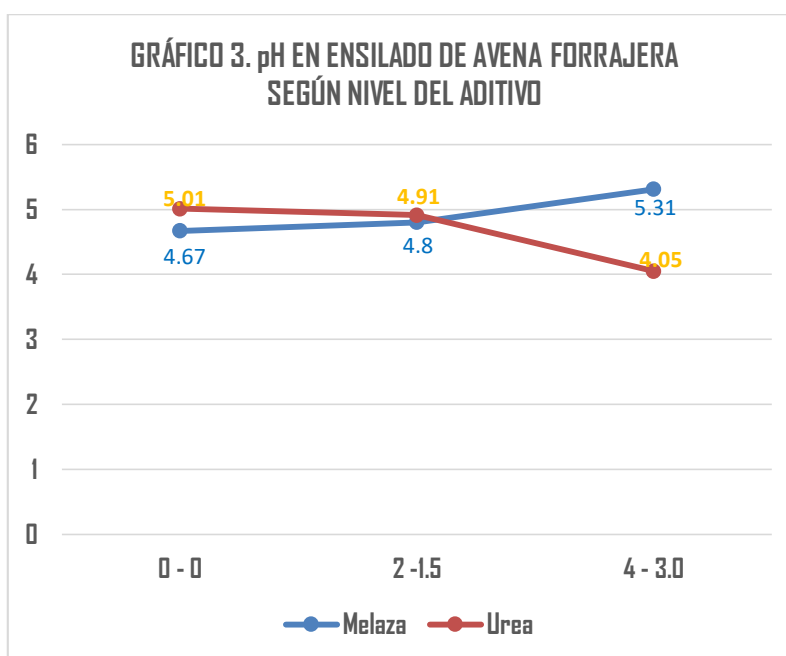
En promedio, para los tres niveles de melaza, independiente del nivel de urea, se observa valores decrecientes: 11.03, 9.41 y 5.13% para 0, 2 y 4% de melaza y, de manera inversa las perdidas tienden a crecer: 5.42, 8.10 y 12.06% para los niveles de 0, 1.5 y 3.0% de urea; pudiendo indicarse que, la melaza evitaría pérdidas y que la urea genera pérdidas. Gráfico 3.



Al análisis de varianza efectuado para las pérdidas de material ensilado (Cuadro 2A), explica que hubieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre los niveles de melaza, entre los niveles de urea; pero que no existió diferencias estadísticas para la interacción M x U. La explicación de este análisis es que la respuesta en pérdidas por melaza o urea son independientes como factores principales y no están condicionadas al nivel aplicado de los aditivos.

El pH (indicador del grado de acidez generado en el producto ensilado), al momento de la apertura de las bolsas (microsilos), mostró valores poco variables para los tratamientos: 4.37 (0% de melaza con 3.5% de urea) a 5.59 (0% de urea con 4% de melaza), pero ambos dentro del rango de acidez.

Según promedios, para la melaza, e independiente del nivel de urea, fueron de 4.67, 4.80 y 5.31 con 0, 2 y 4% de melaza, notándose un ascenso progresivo; en tanto que, los promedios para urea, independiente del nivel de melaza, fueron de 5.01, 4.91 y 4.05 en 0, 1.5 y 3.0% de urea; es decir, una tendencia decreciente. Gráfico 3.



El gráfico muestra que a mayor nivel de melaza la acidez del ensilado se incrementa en tanto que la urea tiende a disminuir la acidez; sin embargo, en ambos casos, la tendencia es mínima y se mantiene dentro de la acidez.

El análisis de varianza para el pH (Cuadro 3A) expresa diferencias estadísticas ($p < 0.05$) para el factor melaza, para el factor urea y la interacción. Esto último indica que el pH de un tratamiento es dependiente del nivel del otro aditivo.

Estos valores, para pH, producto de un buen manejo al momento del ensilaje (rapidez y extracción máxima de oxígeno, entre otros), son reforzados por estudios como el de pasto Guinea que ensilado solo o con 4 por ciento de melaza y donde los valores para pH variaron entre 4,4 a 5,4 y 4,0 a 4,7 (Esperance *et al.*, 1985). Los resultados expuestos se hallan por encima al pH ideal de un ensilaje de avena que debe ser de 3.9 (Matilla, 2011). Sin comparables a los resultados de un experimento de avena (*Avena sativa* L.) sin y con la adición de aditivos químicos y fermentativos en el momento del ensilaje sobre la composición química y pH., donde en promedio, hallaron pH entre 4.4 y 5.5 (Cordero et al., 2013); y también hay compatibilidad cuando se ha evaluado dos genotipos de avena cortada en la etapa de floración y en la etapa de grano de masa para la producción de ensilado, habiéndose encontrado, para avena negra y avena blanca pH de 4.36 (Gamarra, 2013).

3.2.2. Características organolépticas

En el Cuadro 4 se muestra la información respectiva.

Cuadro 4. Análisis organoléptico del ensilado de avena forrajera, según aditivo

Parámetros	M U	0.0	2.0	4.0	Promedio
Color	0.0	B	B	E	Verde amarillento
	1.5	R	R	E	Verde oscuro
	3.0	R	R	R	Verde oscuro
	Promedio	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde aceituna	Verde oscuro
Olor	0.0	R	B	B	Agradable, ligero vinagre
	1.5	B	E	B	Agradable, ligero vinagre
	3.0	E	E	E	Miel de fruta madura
	Promedio	Agradable, ligero vinagre	Miel de fruta madura	Agradable, ligero vinagre	Agradable, ligero vinagre
Textura	0.0	E	E	E	Contornos continuos
	1.5	B	B	B	Contornos continuos
	3.0	B	B	B	Contornos continuos
	Promedio	Contornos continuos	Contornos continuos	Contornos continuos	Contornos continuos

El olor, en promedio fue **BUENO**, es decir un producto con olor agradable, aun cuando se percibió un ligero olor a vinagra, concordante con buenas condiciones del ensilaje y por la generación del ambiente anaeróbico.

El color, de acuerdo al estándar de la tabla de calificación, corresponde a un producto que habiendo sido adecuadamente ensilado (ambiente anaeróbico) generó a la abertura de las bolsas con escasas pérdidas (como se ha mostrado), olor agradable y consecuentemente el

mantenimiento de un color oscuro, es decir alcanza el calificativo de **REGULAR** y no se halló color marrón oscuro, casi negro o negro.

La textura, promedio, alcanzó el calificativo de **EXCELENTE**, es decir un ensilado que mantenía perfectamente sus contornos continuos y también derivado del adecuado procesamiento al ensilar la avena forrajera y la incorporación homogénea de los aditivos.

Los resultados expuestos corresponden a un buen ensilaje por coincidir en el color final entre verduzco y café claro la textura firme, tal como lo señala Reyes et al. (2009).

3.3.Composición química de la avena forrajera ensilada.

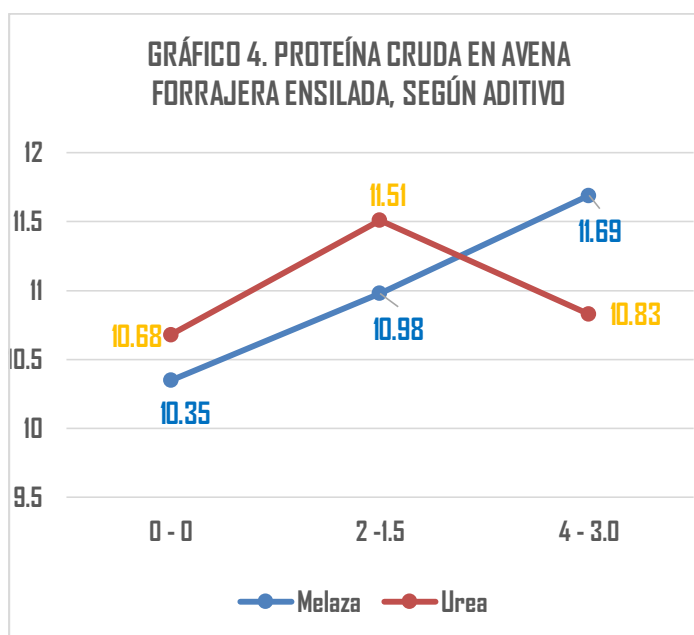
3.3.1. Proteína cruda.

Los promedios, según el nivel de urea, independiente del nivel de melaza, en cierto modo explican que la incorporación de esta fuente de nitrógeno no proteico (NNP), habrían mejorado levemente su contenido (10.68 vs. 11.51 y 10.83%), es decir un efecto ascendente con 1.5% de urea y luego se tornaría asintótico pero, no cae por debajo del nivel cero. Los resultados de análisis de laboratorio se exponen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Composición química de la avena forrajera ensiladaC, B.S. %.

Observaciones	U \ M	0.0	2.0	4.0	Promedio
PROTEÍNA CRUDA, %	0.0	9.66	10.72	11.65	10.68
	1.5	11.26	11.08	12.18	11.51
	3.0	10.14	11.13	11.23	10.83
	Promedio	10.35	10.98	11.69	11.01
FIBRA CRUDA, %	0.0	33.21	28.75	29.15	30.37
	1.5	30.14	28.27	27.03	28.48
	3.0	29.87	30.10	30.67	30.21
	Promedio	31.07	29.04	28.95	29.69
EXTRACTO ETÉREO; %	0.0	3.51	4.12	4.22	3.95
	1.5	4.17	3.18	4.01	3.79
	3.0	4.28	3.89	3.55	3.91
	Promedio	3.99	3.73	3.93	3.88
CENIZAS, %	0.0	8.80	8.62	9.71	9.04
	1.5	8.21	8.32	9.77	8.77
	3.0	8.80	8.66	8.30	8.59
	Promedio	8.60	8.53	9.26	8.80

Según el nivel de melaza, independiente del nivel de urea, se mejora levemente el valor proteico (10.35, 10.98 y 11.69%). Gráfico 4.

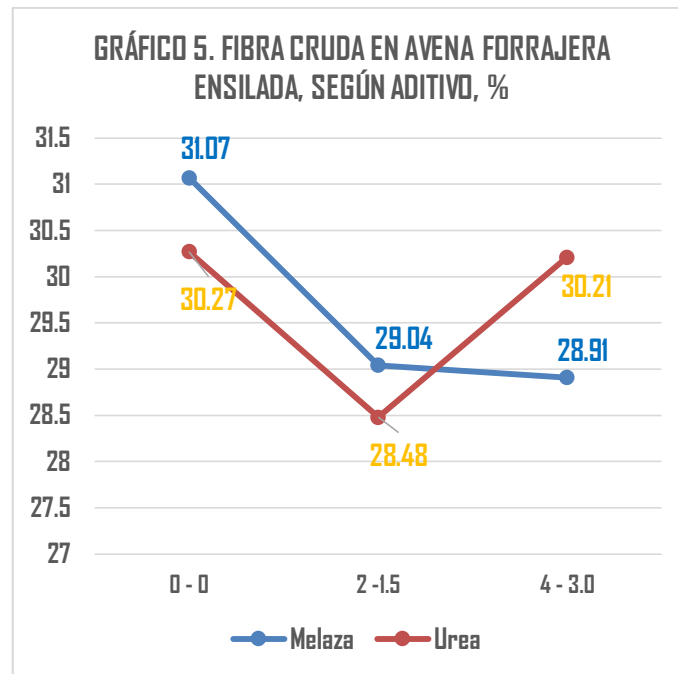


El valor proteico de la avena forrajera que fue ensilada (iinicio de panojamiento) correspondería a 11.1% PC, citado por Bolleta *et al.*, (2006).

El aumento de proteína por la adición de urea es confirmado por (Mülbach (2001), quien dice que aditivos de nitrógeno no proteico (NPN), especialmente la urea, al ser agregados a forrajes con valores altos en MS, y bajos de poder tampón (granos de maíz o sorgo) aumentan el contenido de PB; tal como también lo confirman Rezende et al. (2007), los que al adicionar urea en ensilados de caña de azúcar aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal, siendo una ventaja para este tipo de ensilado ya que la producción de amonio controla la aparición de levaduras. Lo observado en el estudio también es reafirmado por describe Ramírez (2016), quien con diferentes concentraciones de urea sobre el ensilaje de avena, se logró un mayor contenido de proteína cruda (13.54%).

3.3.2. Fibra cruda.

La fibra, como expresión del contenido de pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) contenida en la avena forrajera ensilada, en función al nivel de melaza, aunque no es gravitante, disminuye progresivamente (31.07, 29.04 y 28.91%); mientras que, en función al nivel de urea no habría tendencia alguna (30.27, 28.48 y 30.21%). Gráfico 5.



El extracto etéreo, grasa, en los vegetales es extremadamente bajo y como es observable en los datos obtenidos mantiene tenores normales y no sujeto a la fuente del aditivo o niveles empleados. Otro análisis efectuado es el contenido de cenizas (materia inorgánica) y que según los análisis mostrados en el Cuadro respectivo, no guardaría relación alguna con el aditivo o el nivel aplicado.

IV. CONCLUSIONES

De los resultados expuestos se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El contenido de materia seca de la avena forrajera ensilada mantuvo niveles normales; no habiendo sido influenciada por los aditivos aplicados en sus distintos niveles ni por la interacción de ambos.
2. La urea aumentó significativamente las pérdidas por mohos; en tanto que la melaza; en tanto que la melaza disminuyó las perdidas del material ensilado
3. La urea disminuyó el pH del ensilado; mientras que la melaza tiende a aumentarlo, pero ambos mantuvieron dentro de un pH ácido
4. En promedio, el color fue verde oscuro, pero se mostraron tratamientos verde amarillento o verde oliva
5. En ensilaje mostró un olor agradable, pero con ligero olor a vinagre
6. La textura de todos los tratamientos mostró pertenecer a poseer contornos continuos
7. La incorporación de urea y de melaza contribuyeron a incrementar el contenido de proteína cruda
8. La fibra cruda no se vio alterada por la urea y ligeramente incrementada por la melaza
9. El extracto etéreo y las cenizas se mantuvieron dentro de niveles típicos de los ensilados.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda

1. Aplicar urea hasta un 1.5% y melaza en 4.0% en ensilajes de avena forrajera por promover un material con parámetros aceptables del buen ensilaje
2. Evaluar aditivos energéticos y proteicos de disponibilidad local para en ensilaje de gramíneas disponibles en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALANIZ, O. 2008. Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Regional Durango. Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental, p. 1-35.
- APRÁEZ, J. E. INSUASTY, J. PORTILLA, W. HERNÁNDEZ. 2012. Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *vet.zootec.* 6(1): 25-35.
- ARGOTE, G. y J. RUIZ. 2011. Guía Técnica. Curso Taller: Manejo y conservación de avena forrajera. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Ayaviri, Puno 35 pp.
- BALOCCHI, O. 1999. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. Competitividad de la producción lechera nacional (tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 29-74 p.
- BOLLETTA, A., S. LAGRANGE, M. TULESI y M DUPOUY. 2006. Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y calidad en avena sativa. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave, Buenos Aires, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
www.inta.gob.ar/...avena.../fertilizacion_nitrogenada_avena_sativa.

- BRAGACHINI, M.; CATTANI, P.; GALLARDO, M.; PEIRETTI, J. 2008. Forrajes conservados de alta y aspectos relacionados al manejo nutricional, INTA - PRECOP II, Manual Técnico N° 6. 365 pp.
- CAÑETE, M. V. y J. L. SACHA. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260.
- CORDERO, A., J. CONTRERAS, P. MAYHUA, C. MENDOZA y C. POMA. 2013. Efecto de aditivos en el ensilaje de avena (avena sativa l), XXIIIª Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), La Habana, Cuba. 6 pp.
- ESPERANCE, M., F. OJEDA y O. CÁCERES. 1985. Estudio sobre la conservación de la guinea likoni (*Panicum maximum* Jacq.) como ensilaje. *Pastos y Forrajes*, 8: 127-141.
- FAO. 1994. Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- FERNÁNDEZ, M. 1999. El silaje y los procesos Fermentativos. <http://www.martinezystaneck.com>.
- FILIPPI, R. 2011. Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile. P.1-95.
- FRANCO, L. H., D. CALERO y P. ÁVILA V. 2007. Alternativas para la conservación de forrajes. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Universidad Nacional de Colombia. 20 pp.

- GALLARDO M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, aapresid.org.ar. EEA INTA Rafaela-Santa Fé, p. 51-61.
- GAMARRA, J. 2013. Manejo y Conservación de avena forrajera, Universidad Nacional Agraria La Molina. Arapa, Azángaro, Puno. 24 pp.
- GARCÍA, A. 1986. Ensilaje Maíz Buenas Tereas Recuperado de <http://www.buenastareas.com/ensa>
- JOBIM, C., L. NUSSIO, R. y P. SCHMIDT. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. Revista Brasileira de Zootecnia, 36, suplemento especial. 101-119 p.
- JONSSON A. 1989. The role of yeast and clostridia on silage deterioration. Ph.D. Diss. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 96 pp.
- JURADO, P., C. LARA y S. SIERRA. s.f. Guía Técnica para la producción de avena forrajera en chihuahua, México. 15 pp.
- KLEIN, F. 1991. Utilización de ensilaje de alfalfa en rumiantes. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 76-94.
- LATRILLE, L. 1991. Aditivos inhibidores de la fermentación. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 25-43.

- MANNETJE, L.2001. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. En memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s00.htm>.
- MATILLA, J. 2011. Nuevos Ensilados: Aspectos Básicos Nutricionales, Universidad Politécnica Madrid, España. 46 pp.
- MATTA, I. 2008. Estrategias Modernas Para la Conservación de Forrajes en Sistemas de Producción Bovina Tropical, CORPOICA, vol. 6, nº 2, pp. 69 – 80.
- MCDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. Wiley. UK. 226 p.
- MAYTA, W. s.a. Cultivo y Manejo de Pastos, Universidad Nacional José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú. 104 pp.
- MIER, de los A. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero, trabajo de fin de master, optar al Grado de Master en Zootecnia y Gestión sostenible: ganadería ecológica e integrada. 66 pp.
- MÜHLBACH, P. 2001. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos. Estudio FAO producción y protección vegetal 161, p. 157-171.
- NAYIGIHUGU, V., D. KELLOGG, Z. JOHNSON, M. SCOTT y K. ANSCHUTZ. 1995. Effects of adding levels of molasses on composition of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) silage. *J. Animal Sc.*, 73, Suppl.1: 200.

- PADRÓN, E. 2009. Diseños Experimentales, con aplicación a la agricultura y ganadería, Editorial Trillas, 2da. Edición, Médico, D.F. 224 pp.
- PARSI, J., L. GODIO, R. MIAZZO, R. MAFFIOLI, A. ECHEVARRÍA y P. PROVENSAL. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas, Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar. 32 pp.
- PEÑAGARICANO, J., ARIAS, W., y LLANEZA, N. 1986. Ensilaje: manejo y utilización de las reservas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 345 p.
- QUEVEDO, A. 2009. *monografias.com*. [http://www. /avena-forrajera/avena-forrajera.shtml](http://www.avena-forrajera.com/avena-forrajera.shtml)
- RAMÍREZ, S., D. DOMÍNGUEZ, J. SALMERÓN, G. VILLALOBOS y JUAN. 2013. producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 36 (4): 395 – 403.
- RAMÍREZ, V. 2016. Efecto de la adición de urea en la composición química del ensilado de avena (avena sativa. l) en el municipio de Viacha, Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 117 pp.
- REASCOS, J. M. 2015. Efectos de la aplicación de la abonadura orgánica en el rendimiento y producción de biomasa verde del cultivo de avena (*avena sativa* l.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, El Angel, Carchi, Ecuador. 74 pp.
- REYES, N., B. MENDIETA, T. FARÍÑAS, M. MENA, J. CARDONA y D. PEZO. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino, Serie técnica. Manual técnico / CATIE; N° 91

- REZENDE G., R. ANDRADE, R. SCHOCKEN-ITURRINO, A. VIERA, T. FERNANDES y R. CAMARGO do AMARAL. 2007. Perdas de silagens de cana de açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. *Revista Brasileira de Zootecnia* vol.36, n. 6, p.
- ROBLES, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 660 p.
- SANTOYO, C. y M. QUIROZ. 2010. Guía para el cultivo de cereales en el Estado de México. Instituto de Investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, 2. 22 p.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA y ALIMENTACIÓN, SAGARPA. Boletín N° 103, Delegación Guerrero, México.
- SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA, México. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx.
- SILVEIRA, A.C., H. TOSI, V. DE FARIA y A. SPERS. 1973. Efeito de diferentes tratamentos na digestibilidade in vitro de silagens de capim Napier. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 2(2): 217-226.
- SOSA, J., I. CORTES, J. BELTRÁN, P. CABRERA, R. ARQUEDA, G. CONRADO, W. GALEAS y G. FLORES G. 2005. Alternativas nutricionales para época seca.
- THOMAS, J. 1978. Preservatives for conserved forage crops. *Journal of Animal Science* 47(3):721-735

- TJANDRAATMADJA, M., B. NORTON, y I. MACRAE. 1994. Ensilage characteristics of three tropical grasses as influenced by stage of growth and addition of molasses. *World J. Microbiol. Biotechn.*, 10: 74-81.
- TORTORA, G., B. FUNKE y C. CASE. 1993. Introducción a la Microbiología. Editorial Acribia. S. A. Tercera edición. 792 pp.
- TOSI, H., I. RODRIGUES, DE A. y C. JOBIM. 1995. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 24(5): 909-916.
- VIEIRA DA CUNHA M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutorando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.
- WERNLY, C. y HARGREAVES, F. 1988. Conservación de forrajes. in: Ruiz, I. (ED). praderas para Chile. Instituto de investigación agropecuaria (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 635-679. Pp.
- WOOLFORD M .K. 1990. The detrimental effect of air on silage. *J. Appl. Bact.* 68:101-116.
- WOOLFORD, M. 1984. *The Silage Fermentation*. Marcel Dekker.
- WONG, C. 2001. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. En Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT.

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para contenido de materia seca según tratamientos

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	38.683	8	4.94	0.65	N S
A (Melaza)	1.414	2	0.71	0.09	N S
B (Urea)	12.956	2	6.48	0.87	N S
AB	24.313	4	6.08	0.82	N S
Error Experimental	134.159	18	7.45		
TOTAL	172.842	26			

C.V. = 10.5%

Cuadro 2A. Análisis de varianza para pérdidas de ensilado, según tratamientos

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	444.02	8	55.50	6.2	* *
A (Melaza)	167.223	2	83.61	9.3	* *
B (Urea)	200.454	2	100.23	11.2	* *
AB	76.343	4	19.10	2.1	N S
Error Experimental	161.032	18	8.95		
TOTAL	605.052	26			

C.V. = 35.07%

PRUEBA DE DUNCAN PARA MELAZA:11.03 ^a 9.41 ^a 5.13 ^b**PRUEBA DE DUNCAN PARA UREA:**5.42 ^a 8.10 ^b 12.06 ^c**Cuadro 3A. Análisis de varianza para pH, según tratamientos**

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	4.243	8	0.53	37.9	* *
A (Melaza)	2.042	2	1.02	72.9	* *
B (Urea)	0.124	2	0.06	4.4	*
AB	2.072	4	0.52	37.1	* *
Error Experimental	0.247	18	0.01		
TOTAL	4.490	26			

C.V. = 13.41%

PRUEBA DE DUNCAN PARA MELAZA:4.67 ^b 4.80 ^b 5.31 ^c**PRUEBA DE DUNCAN PARA UREA:**5.01 ^a 4.91 ^b 4.05 ^c