



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**FILIAL CUTERVO**



**“Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza”**

## **TESIS**

Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

Por:

**Bachiller I.Z. Altamirano Ochoa, Carmen Elita**

**CUTERVO – PERU**

**2018**

# **“Composición química y calidad del ensilado de maíz chala 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:**

---

**M. Sc. Villena Rodriguez, Francis  
Presidente**

---

**Dr. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio  
Secretario**

---

**Ing. Bautista Espinoza, Benito  
Vocal**

---

**M. Sc. Lozano alva, Enrique G.  
Patrocinador**

# **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a **DIOS** quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, y no desmayar frente a los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar la adversidad sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Con cariño y amor a mis queridos padres **LIZARDO** y **MARIA ELENA**, Hermanas **LUCIANO** y **DIOLINA**, mi más grande gratitud hacia ellos; por brindarme su apoyo incondicional, depositando en mí su confianza para realizar mis estudios y hacer realidad la meta de ser una persona al servicio de los demás y una buena profesional.

Con gratitud eterna a mis adorados tíos abuelos por sus sabios consejos y cuidados que me brindaron en cada etapa de mi vida

A **DERRY GUILLERMO**, porque desde que llego a mi vida, me ha dado la fuerza para seguir adelante en mi vida y carrera profesional.

***CARMEN ELITA***

# **AGRADECIMIENTO**

Al patrocinador de la tesis Mg. ENRIQUE LOZANO ALVA por su valiosa orientación para establecer y mantener una conducta ética durante todo el proceso de elaboración de la presente investigación.

A mis amigos, compañeros de clases con quienes compartí la vida universitaria y asumimos un compromiso de solidariamente formarnos profesionales exitosos y brindar nuestros conocimientos y capacidades a la sociedad.

*CARMEN ELITA*

## CONTENIDO

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. El maíz chala: Taxonomía, la planta y composición química.....	3
2.2. El ensilaje y ensilado.....	6
2.3. Factores a considerar en el proceso del ensilaje.....	14
2.4. La melaza y urea como aditivos en el ensilaje.....	20
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1. Ubicación geográfica y duración del estudio.....	25
3.2. Material en estudio.....	25
3.2.1. Tratamientos experimentales.....	25
3.2.2. Forraje en evaluación.....	26
3.2.3. Aditivos para el ensilaje.....	26
3.2.4. Otros materiales y equipos.....	26
3.3. Metodología experimental.....	27
3.3.1. Variables.....	27
3.3.2. Procesamiento experimental.....	27
3.3.3. Evaluación de parámetros.....	28
3.3.4. Picado del maíz chala.....	28
3.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
4.1. Contenido de materia seca del ensilado.....	30
4.2. Características organolépticas.....	32
4.3. Composición química del maíz chala ensilado.....	38
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	41
<b>VI. RESUMEN</b> .....	43
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA</b> .....	44
<b>VIII. APÉNDICE</b> .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Esquema del análisis de varianza.....	29
2. Contenido de materia seca del maíz chala ensilado con melaza y urea.....	30
3. Pérdidas y pH del ensilado de maíz chala, según tratamientos.....	32
4. Análisis organoléptico del ensilado de maíz chala, según aditivo.....	37

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Materia seca em ensilad de maíz chala, según aditivo aplicado.%.....	31
2. Pérdidas de ensilado de maíz chala, según aditivo.....	33
3. pH en ensilado de maíz chala, según aditivo aplicado.....	34
4. Contenido de proteína cruda según aditivo aplicado.....	39
5. Fibra cruda de maíz chala ensilado, según aditivo.....	40

## CUADROS DEL APÉNDICE

1. Análisis de varianza para contenido de materia seca, según tratamientos.....	53
2. Análisis de varianza para pérdidas de ensilado, según tratamientos.....	53
3. Análisis de varianza para ph según tratamientos.....	53

# I. INTRODUCCIÓN

La explotación vacuna en la sierra norte del país, caso de Cutervo, Cajamarca, se basa mayoritariamente en el uso de pastizales permanentes. La estacionalidad de las lluvias, enmarcadas en dos periodos: Corto (lluvias) y prolongado (sequía) hace imprescindible la conservación de forrajes, entre las que se generalizan la posibilidad de ensilaje. No se han evaluado, para el caso de la zona de Cutervo, sierra norte, cuál sería la técnica a emplear; planteándose que podría ser el ensilaje la forma de conservación más segura y eficiente para evitar pérdidas de nutrientes desde el forraje original, siempre que el proceso sea conducido adecuadamente y los aditivos complementen esa función, mejorando también el valor nutricional y la calidad del producto final. Ante la necesidad de estabular y buscar la intensificación del rubro lechero, es pertinente perfeccionar las técnicas asociadas con la alimentación para poder cumplir con requerimientos nutricionales cada vez más elevados. Bajo tales circunstancias es de vital importancia confeccionar ensilajes en forma óptima para lograr aportar en cantidad suficiente los nutrientes requeridos. En consecuencia, es de relevancia poder contar con información acerca de las características y evolución de la composición nutricional de los ensilajes, y del empleo de tecnologías que propenden hacia una mejor calidad de éstos, para poder tener una visión más completa y documentada.

La actividad ganadera, mantiene una total dependencia de la presencia de lluvias como generador de producción de floresta forrajera y, condicionada a la duración de este periodo. El maíz chala es cultivado en zona baja de Cutervo (Yatún), sin embargo, tampoco se ha promovido su ampliación de áreas para una mayor oferta a los productores lecheros, como ocurre en la costa. Por eso es que se plantea **..¿El ensilaje de maíz chala con aditivos como la melaza y urea generarán un producto bien conservado, nutritivo y ser una alternativa a implementar?**. Para ello, se planteó como hipótesis estadística que un ensilaje de

maíz chala bien conducido, con el nivel adecuado de melaza y urea como aditivos, producirá un ensilado con escasas pérdidas, buena calidad y mejor valor nutritivo que la planta.

El estudio buscó alcanza los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- ✓ Validar la metodología del microsilo como una técnica para caracterizar nutricionalmente y otras características del ensilado

**Objetivos específicos:**

- ✓ Determinar los niveles adecuados de los dos aditivos, melaza, urea, sobre los parámetros de evaluación del producto final (componentes químicos y otras resultantes), luego de 30 días de ensilado.
- ✓ Establecer grados de correlación entre parámetros composicionales dentro de los tratamientos aplicados.



## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. El maíz chala. Taxonomía, la planta y su composición química.

<b>REINO</b>	: Plantae
<b>DIVISIÓN</b>	: Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	: Liliopsida
<b>SUBCLASE</b>	: Commelinidae
<b>ORDEN</b>	: Poales
<b>FAMILIA</b>	: Poaceae
<b>SUBFAMILIA</b>	: Panicoideae
<b>TRIBU</b>	: Andropogoneae
<b>GÉNERO</b>	: Zea
<b>ESPECIE</b>	: <i>Zea mays</i>

Fuente: Guirola, 2016.

Según Llanos (1984), el maíz no se encuentra como planta silvestre en la actualidad. Esta especie tiene escasa capacidad para reproducirse en condiciones naturales, debido a que las semillas están sobre el suro o tusa de la mazorca y por ello no se dispersan con facilidad. La especie botánica maíz (*Zea mays*) pertenece a la tribu maidea, la cual incluye ocho géneros. Cinco de origen asiático (*Coix*, *Schlerachne*, *Polytoca*, *Chinonachne* y *Trilobachne*) y tres americanos (*Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena* o *Teosintle*). Existen dos especies del género *Zea*: *Zea mays* y *Zea diploperennis*. El Teosintle y el *Tripsacum* se pueden cruzar con el maíz; este último en condiciones experimentales, mientras que el Teosintle lo hace espontáneamente en su medio ambiente. De hecho, parte del vigor híbrido natural del maíz se lo debe a la hibridación introgresiva del Teosintle. El ancestro silvestre del maíz doméstico actual fue el maíz tunicado reventón, actualmente desaparecido; el Teosintle es el resultado de la hibridación entre el maíz y el *Tripsacum*.

Terranova (1995), cita que el maíz (*Zea mays* L.) es originario de América, donde era el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran al nuevo mundo. Forma un tallo erguido y macizo, una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas,

que lo tienen hueco; La altura es muy variable, y oscila entre poco más de 60 cm en ciertas variedades enanas y 6 m o más; la medida es de 2,4 m.; Las hojas alternas son largas y estrechas, El tallo principal determina en una inflorescencia masculina que es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas, cada una con tres anteras pequeñas que producen los granos de polen o gametos masculinos. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca, que agrupa hasta un millar de semillas dispuestas sobre un núcleo duro. La mazorca crece envuelta en unas hojas modificadas o brácteas; las fibras sedosas o pelos que brotan de la parte superior de la panocha o mazorca son los estilos prolongados, unidos cada uno de ellos a un ovario individual. El polen de la panícula masculina, arrastrado por el viento (polinización anemófila), cae sobre estos estilos, donde germina y avanza hasta llegar al ovario; cada ovario fecundado crece hasta transformarse en un grupo de maíz.

Manterola y Mira (1999), dicen que el maíz forrajero es bajo en materias nitrogenadas (4,5% de proteína bruta promedio); la pared celular presenta mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa y su bajo porcentaje de lignina lo hace ser más digestible que las pajas de cereales, siendo así mismo más rico en azúcares solubles. Por esta razón este residuo presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1.69 y 2.1 Mcal/kg de materia seca.

Para Salvador (2001), el maíz es un forraje grande domesticado (*Zea mays sp.*) de origen tropical mexicano. Esta planta es usada para producir granos y forraje, los cuales forman la base para la elaboración de varios alimentos tanto para nuestra especie como para otros animales, así como para la industria farmacéutica y manufacturera. La planta de maíz es alta, de ciclo biológico anual y crecimiento determinado. Sus hojas se ubican una frente a otra, son largas y angostas (su ancho, es de aproximadamente una décima parte de lo que miden de largo), insertándose de modo alterno a lo largo de un tallo sólido. También de su tamaño tiene, otra característica distintiva de esta gramínea consiste en la separación de los sexos en

distintas estructuras florales. A diferencia de otros pastos, los cuales producen flores perfectas (bisexuales), el maíz produce inflorescencias masculinas (espigas) las cuales coronan a la planta en el ápice del tallo, e inflorescencias femeninas (mazorcas), las cuales están en el ápice de los primordios de las ramas laterales que emergen de las axilas foliares. La inflorescencia masculina (estaminada), una panícula dispersa, produce pares de espiguillas separadas, cada una de las cuales encierra una flor fértil y otra estéril.

Mayta (s.f.), describe que el cultivo del maíz como forraje ha prestado un gran beneficio a la zootecnia, poniendo a disposición de los criadores una masa de excelente forraje verde o para ensilar, sobre todo en zonas de cuencas lecheras en donde se requiere de un forraje de alto rendimiento debido al alto costo de la tierra. Aunque la cantidad de forraje que se puede obtener en una hectárea varía según el suelo, el clima, la variedad y época de corte, se estima que el rendimiento está en un rango de 8 a 10 T.M. /Ha de materia seca, pudiendo llegar a 50 T.M. /Ha de forraje verde. En el maíz verde, el contenido de materia seca oscila de 12 a un 14 % en la recolección precoz sobre terrenos frescos, al 18 a 20 % cuando se trata de una recolección tardía sobre terrenos secos; en el maíz-silo, la materia seca oscila del 25 al 35 %. Es de indicar que la principal razón por la cual se cultiva este vegetal es con la finalidad de obtener un forraje destinado al ensilado. En términos generales se considera que el forraje de maíz verde presenta un elevado contenido en fracciones no nitrogenadas y es pobre en proteínas, pobre en minerales sobre todo en calcio y fósforo, y no tan rico como podría esperarse en vitaminas a excepción de beta carotenos (pro vitamina A).

Bertoia (s.f.), dan la siguiente composición química del maíz: 13.5% de agua, 10.2% de proteína, 4.7% de grasa, 81.1% de carbohidratos, 2.3% de fibra y 1.7% de cenizas.

Mena (2010), evaluando 4 híbridos de maíz chala, cosechados 194 días después de la siembra, todos los híbridos presentaron valores menores a 30% de materia seca, siendo el más bajo Andor con

24,31%; el híbrido 39G12 fue el que presentó mayor altura a la cosecha con 3,11 metros; todos los híbridos presentaron al menos una mazorca planta<sup>-1</sup>, Andor; los promedios de FDN y FDA a la cosecha fueron de 52,98% y 29,88% respectivamente, el promedio de los cuatro híbridos en rendimiento de materia verde fue de 65.385 kg MV ha<sup>-1</sup>, el contenido de materia seca fue entre 24.31 y 29.20%, el contenido de proteína bruta varió entre 7.25 y 7.70%.

## **2.2. El ensilaje y ensilado.**

### **2.2.1. Conceptos**

Maita (s.f.), 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.

García (1986), hace notar 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.

Jonsson (1989), 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 amoniaco y las aminos se acumulan, y los niveles de ácidos orgánicos tienden a disminuir.

Merry et al. (1997), 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 CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, 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.

Cañeque y Sancha (1998), 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.

Fernández (1999), 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.

Mannetje (2001), 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.

Parsy et al. (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 aeróbios. 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.

Wong (2001), 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.

De acuerdo a Rodríguez-Romero *et al.*, (2002), el crecimiento de los microorganismos está influenciado por el pH del medio donde se encuentran. 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).

Jhonson *et al.* (2002), advierten que la susceptibilidad al deterioro aeróbico del ensilaje está determinada por factores físicos, químicos y microbiológicos, tales como el contenido de MS en el ensilaje, tamaño de las partículas ensiladas, velocidad de llenado, densidad de embalaje en el silo, entre otros.

Por su parte Jobim y Gonçalves (2003), 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.

Sosa (2005), 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.

Reyes et al. (2009), describen 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.

Filippi (2011), 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.

Reyes (2013), 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.

### **2.2.2. Fases en el ensilaje**

De acuerdo a Matta (2008), 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:

#### **2.2.2.1. Fase aeróbica**

Mier (2009), indican que 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.

#### **2.2.2.2. Fase anaeróbica o período real de fermentación**

Según Matta, (2008), dice que 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.

Besoain (2007), 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.

Mier (2009), 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.

### **2.2.3. Fase de alimentación o vaciado**

Matta (2008), describe que la conservación durante el proceso de ensilaje se realiza por la alta acidez obtenida (bajo pH) y por las condiciones anaeróbicas de la masa forrajera. Cuando la materia seca es alta (mayor de 45%), los procesos de fermentación son limitados predominando en importancia las condiciones anaeróbicas; si la materia seca es baja (20 a 45 %), la fermentación es más intensa y de mayor duración. En general, los componentes básicos para realizar con éxito la fermentación durante el proceso de ensilaje son bacterias (bacterias ácido lácticas), carbohidratos solubles (principalmente glucosa y fructosa), determinados niveles de humedad y un ambiente libre de oxígeno.

## **2.3. Factores a considerar en el proceso del ensilaje.**

### **2.3.1. Ligados a la planta**

#### **2.3.1.1. Contenido de materia seca**

Cañete y Sancha (1998), 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.

Así, Alaniz (2008), 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.

### **2.3.1.2. Contenido de azúcares solubles**

Para Mc Donald (1981), 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.

Peñagaricano (1986), 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.

Wernly y Hargreaves (1988), 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.

Balocchi (1999), asegura 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.

Alaniz (2008), 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.

### **2.3.1.3. Capacidad tampón**

Cañete y Sancha (1998), 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.

Jobim *et al.* (2007), 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), 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.

#### **2.3.1.4. Grado de madurez óptimo**

Cañete y Sancha (1998), 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.

### **2.3.2. Ligados a la realización del ensilado**

#### **2.3.2.1. Tamaño de la partícula**

Para Gallardo (2003), 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.

Para Vieira da Cunha (2009), 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.

### **2.3.2.2. Premarchitamiento**

Thomas y Golightly (1983), 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.

Para Peñagaricano (1986), 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.

Klein (1991), 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.

Cañeque y Sancha (1998), 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.

Mühlbach (2001), 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.

### **2.3.2.3. Adición de productos conservantes**

Cañeque y Sancha (1998), describen que existen numerosos estudios para mejorar la ensilabilidad de los forrajes mediante la adición de conservantes (Ac. Fórmico, acético láctico, propiónico,...), inoculantes (Bacterias del Ac. 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 (amonio, urea).

Latrille (1991), 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.

#### **2.4. La melaza y urea como aditivos en el ensilaje**

Silveira *et al.* (1973), 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.

Sin embargo, Woolford (1984), 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.

Esperance *et al.* (1985), en 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.

Fiez (1988), describe que una de las principales razones de la utilización del ensilaje de maíz es, que la producción de energía de las variedades híbridas cosechadas para ensilaje es considerablemente mejor que cualquiera de las otras alternativas disponibles. El ensilado de maíz bien preparado es un producto de alta aceptabilidad con un contenido de moderado a alto de energía digestible (debido al elevado contenido de almidón en el grano, hace que tenga un alto contenido energético, pero generalmente tiene un bajo nivel de proteína).

Tjandraatmadja *et al.* (1994) 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 oscuridad, con temperatura ambiente controlada, permitieron concluir que la dosis de 4 por ciento (w/w) de melaza debiera ser suficiente para una buena preservación.

Nayigihugu *et al.* (1995), ensiló 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. 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

Cañeque y Sancha (1998), empleando urea asociado o no a minerales, observaron que 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.

Mülbach (2001), informa 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 y pueden mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje al momento de ser abierto.).

El ensilado o ensilaje es una técnica de conservación para materiales con niveles altos en humedad (Boschini y Elizondo, 2003). Tal proceso se favorece con el uso de aditivos, que pueden mejorar el proceso fermentativo, el valor nutricional del material, según el aditivo utilizado y la cantidad adicionada. En el trópico, la melaza de caña de azúcar es el aditivo de mayor uso en la elaboración de ensilajes, debido a su concentración de carbohidratos solubles que no se cristalizan para formar sacarosa (Perla, 1973) lo que aumenta la cantidad de azúcares en base seca en el material (Valencia, 2008). Además, se observa que aumenta la concentración de cenizas, calcio, proteína cruda y disminución de la fibra detergente neutro (Vargas, 1979), mejora la condición energética del alimento y favorece al desarrollo de los microorganismos deseados para una fermentación láctica (Méndez, 2000). La optimización del proceso fermentativo en los ensilajes depende de la cantidad existente de bacterias lácticas y el nivel de carbohidratos solubles del material (Tobía & Vargas, 2000). Por lo que, la inclusión de inóculos microbiales permite incrementar la población de bacterias lácticas, lo que mejora la tasa de acidificación, por la producción de ácido láctico en lugar de ácido acético, ácido butírico, etanol y CO<sub>2</sub> (Vendramini et al., 2010).

Para Rezende et al. (2007) 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.

Borges et al. (2011), estudiaron el efecto de la adición de 1%, 2% y 3% de urea y dos fermentaciones (FAe= aeróbica y FAn= anaeróbica), sobre parámetros fermentativos y microbiológicos en microsilos con caña de azúcar, confeccionados en bolsas de polietileno negro de capacidad 3 Kg. Los tratamientos evaluados fueron: caña sola (testigo) y caña adicionada con 3 niveles de urea en función del peso fresco, sometidos a 2 fermentaciones durante 30 d. Se evaluaron las variables Materia Seca (MS), nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), pH y recuento de flora fúngica, estos dos últimos a las 0, 24 y 48 h de exposición aeróbica post-fermentación. Se observó mayor porcentaje de MS con la adición de urea al 1% bajo ambas fermentaciones (FAn=23,02% y FAe= 26,45%), disminuyendo a medida que se incrementó el nivel de urea en los microsilos. En cuanto al porcentaje de N-NH<sub>3</sub> se evidenció un ascenso a medida que se aumentó los niveles de urea, obteniéndose los mayores valores para FAn (2,13%) y FAe (1,45%) al adicionar urea al 3%. Fueron encontrados valores de pH aceptables para la FAn (3,43; 4,38 y 4,54), después de ser sometida la masa ensilada a condiciones aeróbicas durante 0, 24 y 48 h respectivamente, mientras que para FAe (3,26; 3,93 y 5,90) llegó a niveles cercanos a la neutralidad transcurridas 48 h. En conclusión, la adición de urea al 1% en silajes de caña de azúcar contribuye a mantener la estabilidad del silo una vez expuesto a condiciones aeróbicas pos-fermentación.

Rodríguez et al. (2014), en su objetivo de la investigación para determinar el efecto de urea y melaza deshidratada con minerales en ensilados de rastrojos de piña, con base en la técnica de microsilos en bolsas de 1 kg, establecieron cuatro tratamientos de urea (0, 0.5, 1, 1.5% p/p), cuatro de melaza deshidratada con minerales (MDM) (0, 0.2, 0.4, 0.6 % p/p) y un único nivel de inóculo bacterial (1 l/t) para todos. La inclusión

de MDM aumentó de forma significativa el pH (2,84 contra 8,23) y las cenizas (8,1 contra 16,1% MS) pero disminuyó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (67,3 contra 54,0%), conforme se incrementó este aditivo. Al aumentar el nivel de urea en las mezclas ensiladas se afectaron de forma significativa y proporcional las variables de pH, nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) (3,87 contra 7,10% NH<sub>3</sub>/NT) y proteína cruda (PC) (8,2 contra 18,3% MS). Estos aditivos no afectaron la concentración de materia seca, ni el contenido de la fracción fibrosa de los materiales ensilados. El contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) se elevó conforme aumentó el nivel de MDM, sin embargo conforme se incrementó el nivel de urea en la mezcla, el valor de esta fracción se redujo.

Callacná et al. (2014), han analizado las características nutritivas del ensilaje mixto de maíz chala y broza de espárrago con melaza-urea e inóculo bacterial para suplementar la alimentación de cabras en manejo semi – extensivo, ensilado se utilizó baldes plásticos de 12 kilos de capacidad y se mantuvieron cerrados por un periodo de 40 días. Los tratamientos T<sub>0</sub> (50 % de maíz chala y 50% de broza de esparrago), T<sub>1</sub> (T<sub>0</sub> más la adición de 3% de melaza y 0.5% de úrea) y T<sub>2</sub> (T<sub>1</sub> más 0.02% de inóculo) fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones .Al finalizar el periodo de ensilaje se tomaron muestras para determinar materia seca, proteína, grasa, fibra cenizas, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida. Así mismo, se evaluó pH, color olor, textura y humedad. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas ( $p>0.05$ ) para materia seca, fibra cruda y cenizas entre tratamientos, pero si para proteína, grasa y energía ( $p<0.01$ ).La prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) indicó que los tratamientos T<sub>1</sub>y T<sub>2</sub> superaron estadísticamente a T<sub>0</sub>.El ensilado en todos los tratamientos tuvo un color verde amarillento y un olor agradable.

Tirira (2016), evaluó cuatro estimulantes de la fermentación (melaza, suero de leche, pulpa de cítricos y EMAS) del ensilaje de maíz en silo bolsa, hallando valores en pH de 4.4 en el testigo, 4.55 a 4.56

con melaza y 4.71 a 4.80 en suero lácteo; sus materias secas fueron de 20.93, 20.8 y 19.69%; contenido en cenizas de 6.98 con suero y 7.84% con melaza; proteína bruta de 5.72 y 5.64%; 17.58 y 13.66% en ensilaje de maíz.

García (s.f.), informa que hay dos momentos referentes para ensilar maíz chala. El primero corresponde al estado pastoso-vítreo del grano. En este momento el porcentaje de materia seca de la planta entera está sobre el 30% porcentaje que la práctica indica como óptimo, sobre todo si se piensa completar el ensilado con la adición de urea. Por otra parte conviene tener en cuenta que la cantidad de materia seca consumida por el ganaclo y consecuentemente de ensilado, aumenta paralelamente al porcentaje de materia seca del ensilaje, por lo menos hasta el 35 por 100. El segundo momento se da unas dos semanas después o, lo que es lo mismo, 7 u 8 días después de que el grano alcanza su estado vítreo. En este momento el rendimiento en materia seca por unidad de superficie es máximo y de su análisis morfológico se deduce que también tiene el mayor valor alimenticio.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica y periodo experimental.**

El experimento se llevó a cabo en un laboratorio de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, Filial Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Cutervo se localiza 2 649 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 enero y concluyó en marzo del año en curso.

#### **3.2. Material en estudio**

##### **3.2.1. Tratamientos experimentales**

T<sub>0</sub>: Ensilaje de maíz chala sin aditivos

T<sub>1</sub>: Ensilaje de maíz chala, sin melaza y 1.5% de urea

T<sub>2</sub>: Ensilaje de maíz chala, sin melaza y 3.0% de urea

T<sub>3</sub>: Ensilaje de maíz chala, sin urea y 2% de melaza

T<sub>4</sub>: Ensilaje de maíz chala, con 1.5% de urea y 2% de melaza

T<sub>5</sub>: Ensilaje de maíz chala, con 2.0% de urea y 2.0% de melaza

T<sub>6</sub>: Ensilaje de maíz chala, sin urea y 4% de melaza

T<sub>7</sub>: Ensilaje de maíz chala, con 1.5% de urea y 4% de melaza

T<sub>8</sub>: Ensilaje de maíz chala, con 3.0% de urea y 4.0% de melaza

### **3.2.2. Forraje en evaluación**

El maíz chala, planta completa, comprendida por el tallo, hojas y espigas (choclo en estado lechoso), representa un cultivo forrajero, cultivado en el Centro Poblado Yatún y comercializado en la ciudad de Cutervo a pequeños criadores de especies menores (cuyes principalmente).

### **3.2.3. 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.

### **3.2.4. 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



### 3.3. Metodología experimental

#### 3.3.1. Variables

##### a. Dependientes:

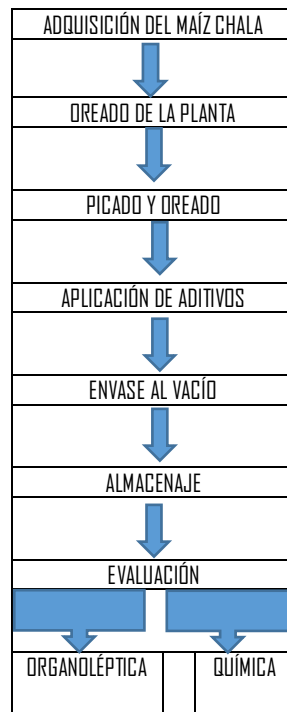
- ✓ Características organolépticas
- ✓ Composición química
- ✓ Pérdidas de material ensilado
- ✓ pH

##### b. Independientes:

- ✓ Niveles de urea como aditivo (A)
- ✓ Niveles de melaza como aditivo (B)
- ✓ Interacción AB

#### 3.3.2. Procesamiento experimental

Todos pasos siguieron una secuencia que partió con la adquisición del maíz chala y concluyó con la fase del producto resultante del ensilado. Ver flujograma:



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

INDICADOR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
<b>Color</b>	Verde aceituna o amarillo oscuro	Verde amarillento. Tallos con tonalidad más pálida que las hojas	Verde oscuro	Marrón oscuro, casi negro o negro.
<b>Olor</b>	A miel o azucarado de fruta madura	Agradable, con ligero olor a vinagre	Fuerte. Ácido olor a vinagre, (ácido butírico)	Desagradable, a mantequilla rancia.
<b>Textura</b>	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.

### 3.3.3.1. Características organolépticas:

✓ Color, olor y textura.

### 3.3.3.2. Pérdidas del ensilado

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

### 3.3.3.3. 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.

### 3.3.4. Picado del maíz chala.

Luego de 12 horas de premarchitado, el maíz chala 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.

### 3.3.5. 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):

$$Y_{ijk} = \mu + T_k + F_i + T_j + (FT)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

- $Y_{ijk}$  : Respuesta asociada al nivel - i del factor (urea) y el nivel - j del factor (melaza).
- $M$  : Promedio general: parámetro
- $B_k$  : 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  $\sigma^2$ .

**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
A (urea)	SCa	A - 1	SCa/a-1	CMA/CMe
B (melaza)	SCb	B - 1	SCb/b-1	CMB/CMe
AB (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		

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Contenido de materia seca (MS) del ensilado

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

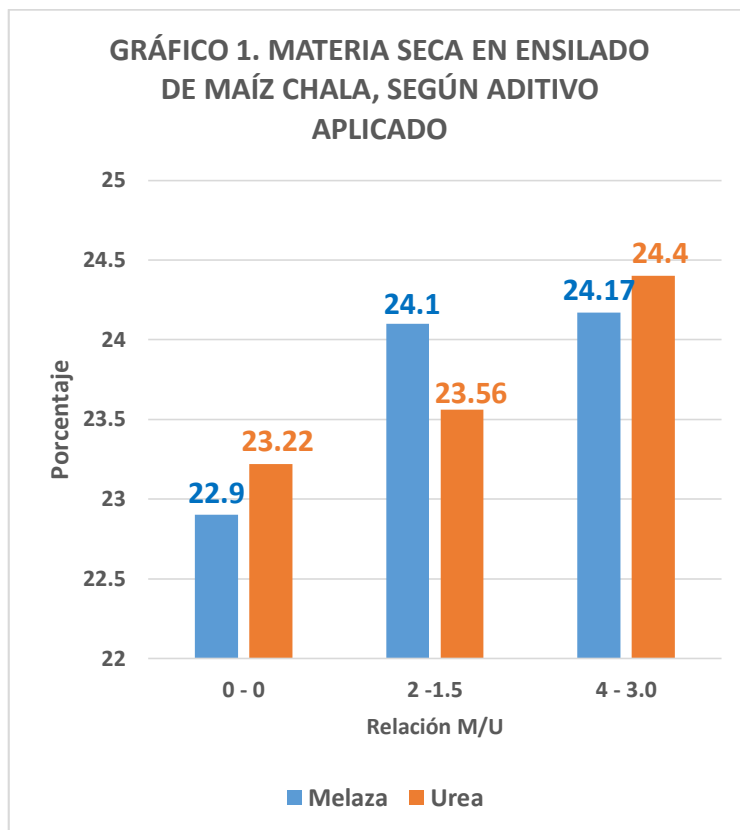
**CUADRO 2. CONTENIDO DE MATERIA SECA DEL MAÍZ CHALA ENSILADO CON MELAZA Y UREA**

Melaza, % \ Urea, %	0	2.0	4.0	Promedio
0	21.93	23.63	24.10	<b>23.22<sup>b</sup></b>
1.5	23.26	23.48	23.93	<b>23.56<sup>a</sup></b>
3.0	23.50	25.20	24.49	<b>24.40<sup>a</sup></b>
Promedio	<b>22.90<sup>b</sup></b>	<b>24.10<sup>a</sup></b>	<b>24.17<sup>a</sup></b>	<b>23.73</b>

a, b\_/ Letras exponenciales que indican diferencias estadísticas (p<0.01)

Los datos expuestos, promedios, explican que la chala ensilada sin aditivos mostró un material con el menor contenido en materia seca (21.93%) y que, la chala ensilado con 2.0% de melaza y 3.0% de urea contuvo más materia seca (25.20%).

En otro análisis de la información se observa que en función al nivel de melaza de caña de azúcar (independiente del nivel urea), la materia seca va aumentando (22.90, 24.10 y 24.17%), y que, en forma similar, ocurre lo mismo en función al nivel de urea (23.22, 23.56 y 24.40%). Gráfico 1.



El análisis de varianza para la materia seca (Cuadro 1A), determinó que hubieron diferencias estadísticas significativas para el factor M (melaza), para el factor U (urea); pero no para la interacción MU (Melaza/Urea). Al no existir diferencias en la interacción de factores, debe entenderse que el efecto de la melaza o urea, sobre el contenido de materia seca, es independiente.

Estos resultados, son discordantes e inferiores a la referencia de Borges et al. (2011), donde con la adición de 1%, 2% y 3% de urea y dos fermentaciones (FAe= aeróbica y FAn= anaeróbica), en microsilos con caña de azúcar, observó mayor porcentaje de MS con la adición de urea al 1% bajo ambas fermentaciones (FAn=23,02% y FAe= 26,45%), disminuyendo a medida que se incrementó el nivel de urea en los microsilos y que en nuestro caso tiende a aumentar con el nivel de urea. Sin embargo, la ausencia de

efecto del aditivo sobre el contenido de materia seca, se coincide con Rodríguez et al. (2014), que al evaluar el efecto de urea y melaza deshidratada con minerales en ensilados de rastrojos de piña, con base en la técnica de microsilos en bolsas de 1 kg, cita que estos aditivos no afectaron la concentración de materia seca.

#### 4.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de maíz chala.

##### 4.2.1. Pérdidas y pH.

Los parámetros evaluados en el presente experimento se resumen en el Cuadro 3.

**CUADRO 3. PÉRDIDAS y pH DEL ENSILADO DE MAÍZ CHALA, SEGÚN TRATAMIENTOS**

Observaciones	M	0.0	2.0	4.0	Promedio
	U				
Pérdidas, %	0.0	4.73	4.96	3.02	4.24 <sup>a</sup>
	1.5	8.35	6.62	4.69	6.55 <sup>a</sup>
	3.0	4.27	3.58	5.80	4.55 <sup>a</sup>
	Promedio	5.78 <sup>a</sup>	5.05 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	5.11
pH	0.0	2.97	3.77	3.19	3.31 <sup>a</sup>
	1.5	3.74	4.22	4.93	4.30 <sup>b</sup>
	3.0	3.73	4.08	4.35	4.05 <sup>b</sup>
	Promedio	3.48 <sup>a</sup>	4.02 <sup>b</sup>	4.16 <sup>b</sup>	3.89

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

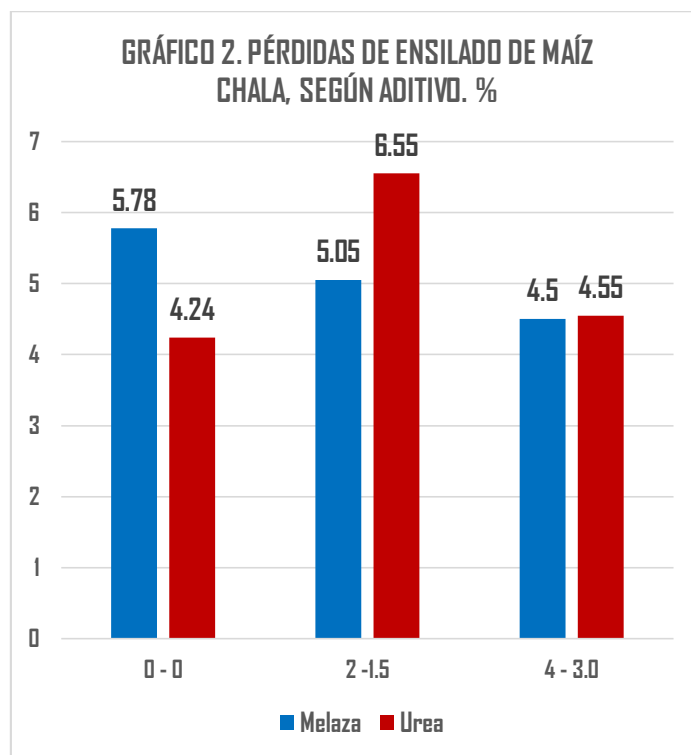
Acerca de estos dos importantes parámetros de evaluación se deduce comportamientos importantes:

Si bien, se nota una mayor pérdida de material cuando se combina 1.5% de urea/sin melaza, que corresponde al T<sub>4</sub> (8.35%) ò una menor pérdida cuando se combina 0% de urea/4.0% de melaza, que es el T<sub>3</sub> (3.02%), los promedios indican pérdidas admisibles, esperables, en un proceso de fermentación anaeróbica en donde el riesgo sería alto; demostrándose, en este caso, que se habría efectuado un

adecuado ambiente anaeróbico es decir sin la presencia de aire que hubiera generado proliferación de hongos, putrefacción y pérdidas de material ensilado.

Los promedios, para los niveles de melaza de 0, 2 y 4%, e independiente del nivel de urea, se determinaron pérdidas de 5.78, 5.05 y 4.50% (cada vez menor las pérdidas a mayor nivel de melaza).

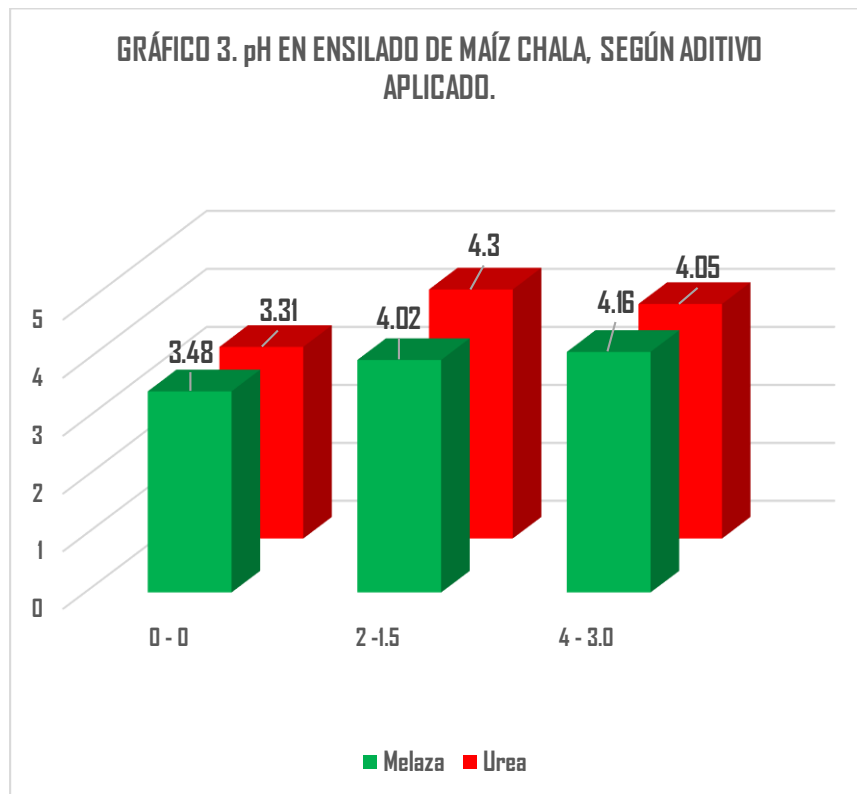
En tanto que los promedios, para los niveles de urea de 0, 1.5 y 3%, e independiente del nivel de melaza, se determinaron pérdidas de 4.24, 6.55 y 4.55% (sin tendencia definida de pérdidas). Gráfico 2.



Al realizar el análisis de varianza para pérdidas de ensilaje (Cuadro 2A), se observa que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, es decir no hay efecto del nivel de urea, tampoco del nivel de melaza, ni la interacción de los dos aditivos sobre pérdida de material ensilado.

Se reconoce que con micro silos se presentan pérdidas reducidas, como la reportada en este estudio (Ministerio de Agricultura, Costa Rica, 2015); también nos encontramos dentro del rango esperado y que es citado por Romero (2004), quien refiere que el nivel de las pérdidas fermentativas es variable y que fluctúan entre 1 y 10 % (entre el 3 y el 5 % en la mayoría de los casos). Castaldo et al. (2014), también señalan que en micro silos las pérdidas se reducen a niveles mínimos entre (2-5%, ya que no queda superficie de material ensilado en contacto con el aire ni con el suelo.

En el otro análisis, pH, Los promedios, para los niveles de melaza de 0, 2 y 4%, e independiente del nivel de urea, se determinaron índices de 3.48, 4.02 y 4.16 (cada vez ligeramente mayor). En tanto que los promedios, para los niveles de urea de 0, 1.5 y 3%, e independiente del nivel de melaza, se determinaron índices de 3.31, 4.30 y 4.05 (sin tendencia definida de pérdidas). Gráfico 3.





En el análisis de varianza para pH (Cuadro 3A), se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para niveles de urea; significativas ( $p < 0.05$ ) para niveles de melaza; sin embargo no hay diferencias estadísticas para la interacción. Este comportamiento explica que, prevalecen los efectos principales, de urea y melaza; pero al no haber interacción significativa, se establece que el pH es un factor que no está ligado al otro aditivo o los niveles del mismo.

Con la prueba de Duncan queda establecido para la melaza, que el pH en el nivel 0% es diferente estadísticamente a los otros niveles y que éstos no se diferencian. Para los niveles de urea, queda establecido que, el nivel 0% es distinto a los demás, sin que estos se diferencien.

Al ser esta variable la consecuencia de factores antes y durante el proceso del ensilaje se analiza, los resultados mostrados, con la literatura consultada; señalando anticipadamente que todos los tratamientos lograron pHs bajos (ácidos), que es lo esperado ocurra para lograr un producto bien conservado como ensilado.

Los resultados son sostenidos en lo expresado por Jonsson (1989), por haber logrado rápidamente una disminución del pH, a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas y que habríamos logrado el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo (Woolford, 1990). Se muestra haber cumplido en lo establecido por Besoain (2007), por haber logrado transformar azúcares en ácido láctico; tal cual, también, lo dice Mier (2009), al haber eliminado el oxígeno de la masa forrajera convirtiendo los azúcares simples en ácidos orgánicos, principalmente acético y láctico y, ratificado por Matta (2008), al haber cumplido con éxito la fermentación durante el proceso de ensilaje de bacterias ácido lácticas, carbohidratos solubles (principalmente glucosa y fructosa), determinados niveles de humedad y un ambiente libre de oxígeno.

También se logró cumplir, tal como lo recomienda Gallardo (2003), un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y confirmado por Vieira da Cunha (2009). Se reconoce lo actuado, en cuanto a premarchitamiento, en la cita de Peñagaricano (1986), al reconocer que los ensilajes premarchitos son favorables para inhibir el crecimiento y acción de bacterias perjudiciales.

Borges et al. (2011), convalida nuestros valores de pH por el uso de urea ya que el citado autor al adicionar urea al 3% encuentra valores de pH aceptables de 3.26 a 5.90; en promedio, logramos mejores pHs que lo hallado por Tirira (2016), cuando evaluó cuatro estimulantes de la fermentación (melaza, suero de leche, pulpa de cítricos y EMAS) del ensilaje de maíz en silo bolsa, y halló valores en pH de 4.4 en el testigo, 4.55 a 4.56 con melaza y 4.71 a 4.80 en suero lácteo.

#### **4.2.2. Características organolépticas**

Estas observaciones se muestran en el Cuadro 4.

El olor, en promedio fue EXCELENTE, es decir un producto con olor a miel o azucarado de fruta madura y que es concordante con las buenas condiciones del ensilaje y la generación del ambiente anaeróbico y fermentación láctica que permitió la percepción olfativa de lo indicado.

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), fermentación láctica y consecuentemente el mantenimiento de un color verde amarillento, tallos con modalidad más pálida que las hojas, es decir alcanza el calificativo de BUENO y no se halló color marrón oscuro, casi negro o negro.

**CUADRO 4. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL ENSILADO DE MAÍZ CHALA, SEGÚN ADITIVO**

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

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 el maíz chala y la incorporación homogénea de los aditivos.

La literatura trascendente para el análisis organoléptico nos califica muy bien al coincidir plenamente con Reyes et al. (2009), cuando describen un olor aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico, color final entre verduzco y café claro y que la textura del ensilaje debe ser firme, es decir no debe deshacerse al presionar con los dedos.

### 4.3. Composición química del maíz chala ensilado.

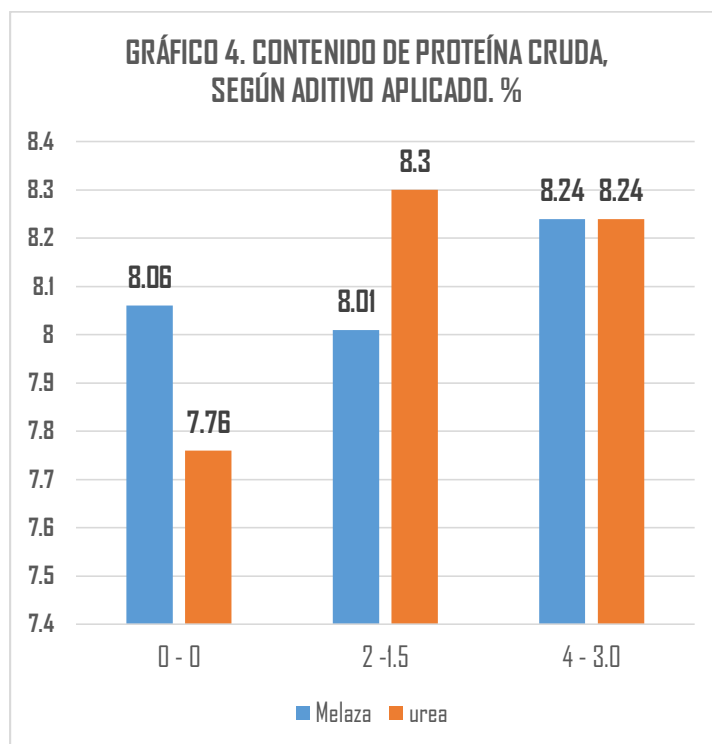
#### 4.3.1. Proteína cruda.

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 (7.76 vs. 8.30 y 8.24%), que representa, aproximadamente un incremento de 6.44%. Los resultados de análisis de laboratorio se exponen en el Cuadro 5.

**CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ CHALA ENSILADO, B.S. %.**

Observaciones	M	0.0	2.0	4.0	Promedio
	U				
PROTEÍNA CRUDA, %	0.0	7.69	7.47	8.12	7.76
	1.5	7.96	8.33	8.62	8.30
	3.0	8.52	8.24	7.97	8.24
	Promedio	8.06	8.01	8.24	8.10
FIBRA CRUDA, %	0.0	25.41	22.24	23.60	23.75
	1.5	26.28	26.94	24.26	25.83
	3.0	28.8	25.22	27.50	27.17
	Promedio	26.83	24.80	25.12	25.58

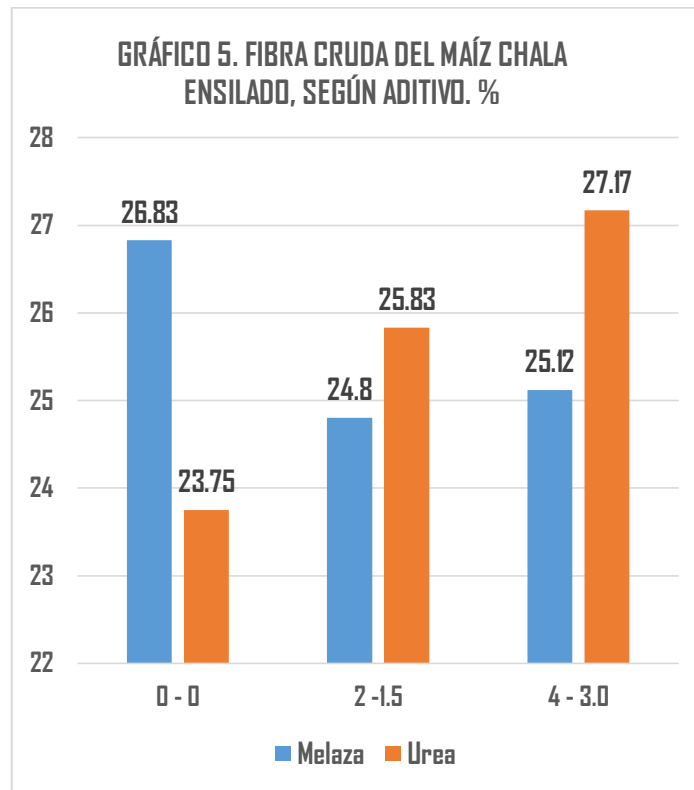
Según el nivel de melaza, independiente del nivel de urea, se habría mantenido estable (8.06, 8.01 y 8.24); lo cual guarda lógica por ser la melaza una fuente deficiente en proteína y no mejoraría el nivel proteico de producto final. Gráfico 4.



Observamos, que el promedio del maíz chala ensilado y sin ningún aditivo osciló entre 7.76 y 8.06% en base seca, aumenta con la interacción 2 – 1.5 (melaza/urea) a valores de 8.01 y 8.30%, y se mantiene igual con la interacción 4 – 3 (melaza/urea) y un 8.24% en ambos.

#### 4.3.2. Fibra cruda.

En el caso de la fibra cruda, según el nivel de urea, sin considerar el nivel de melaza, se determinaron valores de 23.75, 25.83 y 27.17%, es decir una tendencia a aumentar; mientras que, en función al nivel de melaza, sin considerar el nivel de urea, se determinaron valores de 26.83, 24.80 y 25.12%, sin insinuar alguna tendencia. Gráfico 5.



En la información revisada, Parsy et al. (2001), para proteína cruda, del maíz chala refiere un valor de 8.4%, que es bastante similar a los valores encontrados en todos los tratamientos. También mantenemos similitudes con los datos citados por Lanuza (s.f.), quien cita contenidos para proteína cruda entre 7.3 a 8.9% y entre 23.3 a 26.6% de fibra cruda.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados presentados, teniendo en consideración que predominaron en el proceso de ensilaje, apertura y evaluación de parámetros, se concluye:

1. El microensilaje representa una técnica acertada para evaluar el ensilaje por cuanto permite manipular óptimamente el proceso y extrapolar resultados.
2. El contenido de materia seca de los tratamientos evaluados se mantuvieron dentro de los estándares esperados para un maíz chala ensilado con melaza y urea como aditivos. Los aditivos aplicados o sus interacciones no incidieron sobre la materia seca.
3. Las pérdidas del material ensilado, por presencia de hongos principalmente, fueron muy bajas, demostrando la funcionabilidad del silo bolsa.
4. El pH, del maíz chala ensilado, varía en función al aditivo y nivel aplicado; sin embargo no hay efecto de interacción de aditivos o niveles de los mismos; demostrando que en ensilado efectuado logró pHs bajos acordes a lo esperado.
5. Organolépticamente, los ensilados realizados respondían a un color verde amarillento a verde oliva (excelente), un olor miel de fruta madura (excelente) y una textura con contornos continuos (bueno).
6. El contenido de proteína cruda se vió más influenciado por el nivel de urea que por la melaza; aun cuando ambos influyen en comparación con el ensilado sin aditivos. La fibra cruda, aumentó conforme se incrementó el nivel de urea en el ensilaje.

Se recomienda:

1. Mantener vigente este y otros métodos de conservación en los diferentes forrajes que se cultivan en condiciones de secano a fin de ofertar alternativas para épocas de escacés de los mismos.
2. Evaluar otros productos, de la zona, que podrían emplearse como aditivos en el ensilaje.
7. Realizar pruebas de consumo a fin de tener mayor certeza del producto ensilado y su aceptabilidad y efecto sobre la producción animal.



## VI. RESUMEN

Maíz chala, cortado con mazorca en estado lechoso, en un diseño completamente randomizado, con arreglo factorial, fue sometido a la aplicación de los siguientes tratamientos: Melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y urea (0, 1.5 y 3.0%, v/v) en microsilos para 3.0 kg de chala picado y ensilado durante 30 días. Luego fueron evaluados en pérdidas de ensilado, color, olor y textura, pH, contenido de materia seca, proteína y fibra cruda. En materia seca se encontraron valores de 22.9, 24.10 y 24.17% (para 0, 2 y 4% de melaza), 23.22, 23.56 y 24.40 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea) con diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) para niveles de M (melaza) y U (urea), pero no para la interacción MU; determinándose que los ensilajes con melaza o urea superan estadísticamente al ensilaje sin aditivos. Las pérdidas, por hongos, fueron de 5.78, 5.05 y 4.5% (para 0, 2 y 4% de melaza), 4.24, 6.55 y 4.555 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea), sin diferencias estadísticas. El pH fue de 3.48, 4.02 y 4.16 (para 0, 2 y 4% de melaza), 3.31, 4.30 y 4.05 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea), con diferencias estadísticas para A y B, pero no para AB.. Color verde amarullo o verde oliva (excelente), olor miel de fruta madura (excelente) y una textura con contornos continuos (bueno). El contenido de proteína fue de 8.06, 8.01 y 8.24% (para 0, 2 y 4% de melaza), 7.76, 8.30 y 8.24% (para 0, 1.5 y 3.0% de urea); fibra cruda de 26.83, 24.80 y 25.12% (para 0, 2 y 4% de melaza), 23.75, 25.83 y 27.17% (para 0, 1.5 y 3.0% de urea).

## VII. 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.
- 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.
- BERTOIA, A. (s/f). Algunos conceptos sobre el cultivo de maíz para ensilaje. <http://www.produccion>
- BORGES, J., Y. BASTARDO, E. SANDOVAL, M. BARRIOS y R. ORTEGA. 2011. Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de Caña de Azúcar (*Saccharum* spp.). *Zootecnia Trop.*, 29(3): 283-291.
- BOSCHINI, C., & J. ELIZONDO. 2003. Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes. San José, Costa Rica: Editorial de Universidad de Costa Rica.
- BROWN. W. 1993. Amoniación de heno y suplementación de energía y proteína para ganado de carne. Vol. 29 (3) *ZOOTECNIA TROPICAL*. Memorias de la Conferencia Internacional sobre Ganadería en los Trópicos. Universidad de Florida: 39-47.
- CALLACNÁ, M.A., Z. LEÓN y G. MENDOZA. 2014. Características nutritivas del ensilaje mixto de maíz chala (*zea mays* l.) y broza de esparrago (*asparragus officinalis*) con melaza – urea e inóculo bacterial como suplemento alimenticio para cabras en manejo semi extensivo. *SCIENDO*, vol 7 (2).

CASTALDO, A., J. DUBARRY, A. PARÍANI, L. MARENGO, J. ROBERI y M. KELLY. 2014. Practisilo. Revista Ciencias Veterinarias, Vol. 16, N° 1. 49 – 66 pp.

CAÑETE, M. y J. SACHA. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260.  
54

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.

FERNÁNDEZ, M. 1999. El silaje y los procesos Fermentativos. <http://www.martinezystaneck.com>.

FIEZ, E. A. 1988. Tecnología en la Producción de Ensilajes de Calidad de maíz y Sorgo. Seminario Internacional sobre producción intensiva de leche. México.

FILIPPI, R. 2011. Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile. P.1-95.

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.

GARCÍA, A. s.f. *Ensilaje Maíz Buenas Tereas* Recuperado de <http://www.buenastareas.com/ensa>

GUIROLA, J. 2016. Clasificación Taxonómica de algunas especies de interés agropecuario <http://www.monografias.com/trabajos93/clasificacion-taxonmica-algunas-especies>

- JOBIM C. C. y G. D. GONÇALVES. 2003. Microbiologia de forragens conservadas. In: Reis R. A., T. F. Bernardes, G.R. Siqueira. (Eds.) Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. Jaboticabal: Funep, pp. 1-26.
- JOBIM, C., L. NUSSIO, R. y P. SCHMIDT. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem canservada. 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.
- 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.
- LANUZA, F. s.f. Caracterización del ensilaje de maíz, serie Remehue N° 12: 59 – 78 pp.
- 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.
- LLANOS, C. M. 1984. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Ed. Mundiprensa, Castelló. Madrid, España. 318 p.
- 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>.

- MATOS, D., A. GUIM, M. BATISTA, O. PEREIRA, E. SOUZA y R. ZUMBA. 2006. Estabilidade aeróbica e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot sp.*) emurcheada. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 1, p. 109-114.
- MAYTA, F. s.f. Cultivo y Manejo de Pastos, Universidad Nacional José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú. 104 pp.
- MCDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. Wiley. UK. 226 p.
- MENA, F. 2010. Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comuna de futrono, Tesis de Licenciado en Agronomía, Valdivia – Chile. 64 pp.
- MENDES, C. Q., SUSIN, I., NUSSIO, L. G., PIRES, A. V., RODRIGUES, G. H., & URANO, F. S. 2008. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbica e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(12), 2191-2198.
- Merry, R. et al. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. En: Proceedings of the 8th International Symposium on Forage Conservation. Czech Republic: Research Institute of Animal Nutrition. Pag. 17-27
- 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](http://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.
- PERLA, F. 1973. *Crecimiento de novillas en pastoreo con diferentes disponibilidades de pasto y un concentrado líquido de melaza*. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Cartago, Costa Rica.
- P & S BIOTEC. S.f. Explotando las propiedades del suero lácteo. División Bioproteínas, Universoporcino. 3 pp.

- REYES, N., B. MENDIETA, T. FARIÑAS, 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. 2000-2009.
- RODRIGUES DE FREITAS M. 2007. Avaliação do potencial energético dos resíduos sólidos dos lagares do Alentejo. Universidade Técnicas de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Maestrado em Olivicultura, Azette e Azettona de Mesa, p. 1-151.
- RODRÍGUEZ A. A., J. A. ACEVEDO y E. RIQUELME. 1997. Estabilidad aeróbica de ensilaje de pasturas tropicales nativas. Efecto del ácido propiónico y tiempo de exposición aeróbica. Arch. Latinoamericanos, Producción Animal 5 (Supl. 1), p.83-85.
- ROMERO, L. A. 2004. Calidad en forrajes conservados. Sitio Argentino de Producción, E.E.A INTA Rafaela, Argentina. 18-20 pp.
- SALVADOR, S. 2001. *Maíz*. México. <http://www.chapingo.mx/bagebage/08.pdf>
- 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.

- TERRANOVA. 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Tomos I y III. Santa Fe de Bogotá. Colombia. Terranova, editores. P. 109-112.
- THOMAS, J. 1978. Preservatives for conserved forage crops. *Journal of Animal Science* 47(3):721-735
- TIRIRA, O. 2016. Evaluación de cuatro estimulantes de la fermentación (Melaza, Suero de leche, Pulpa de cítricos y EMAS) del ensilaje de maíz en silo bolsa, en el Centro Experimental San Francisco -Carchi - Ecuador”, Trabajo de titulación previo la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario, TULCÁN, Ecuador. 88 pp.
- 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.
- VARGAS, R. 1979. Determinación de la composición química y el valor nutritivo del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) ensilado en microsilos con tres niveles de melaza. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- VENDRAMINI, J., DESOGAN, A., SILVEIRA, M., SOLLENBERGER, L., QUEIROZ, O., & ANDERSON, W. (2010). Nutritive value and fermentation parameters of warm-season grass silage. *The Professional Animal Scientist*, 26 (2010), 193 -200.
- VIEIRA DA CUNHA M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutotando 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.

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.

## VIII. APÉNDICE

**CUADRO 1A. ANALISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE MATERIA SECA SEGUN TRATAMIENTOS**

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	19.558	8	2.44	5.43	* *
A (Melaza)	6.617	2	3.31	7.35	* *
B (Urea)	9.750	2	4.88	10.83	* *
AB	3.641	4	0.91	2.02	N S
Error Experimental	8.107	18	0.42		
<b>TOTAL</b>	<b>27.665</b>	<b>26</b>			

C.V. = 3.24%

**PRUEBA DE DUNCAN PARA MELAZA:**

**22.90<sup>b</sup>      24.10<sup>a</sup>      24.17<sup>a</sup>**

**PRUEBA DE DUNCAN PARA UREA:**

**23.22<sup>a</sup>      23.56<sup>a</sup>      24.40<sup>b</sup>**

**CUADRO 2A. ANALISIS DE VARIANZA PARA PÉRDIDAS DE ENSILADO, SEGÚN TRATAMIENTOS**

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	63.087	8	7.89	1.57	N S
A (Melaza)	28.481	2	14.24	2.83	N S
B (Urea)	7.437	2	3.72	0.74	N S
AB	27.169	4	6.79	1.35	N S
Error Experimental	90.522	18	5.03		
<b>TOTAL</b>	<b>153.609</b>	<b>26</b>			

C.V. = 43.89%

**CUADRO 3A. ANALISIS DE VARIANZA PARA pH, SEGUN TRATAMIENTOS**

F. VARIACION	S. CUADRADOS	G.L.	C.M.	F.C	SIG.
Tratamientos	7.065	8	0.88	3.25	*
A (Melaza)	4.733	2	2.37	8.70	* *
B (Urea)	2.332	2	1.17	4.29	*
AB	1.439	4	0.36	1.32	N S
Error Experimental	4.890	18	0.27		
<b>TOTAL</b>	<b>11.955</b>	<b>26</b>			

C.V. = 13.41%

**PRUEBA DE DUNCAN PARA MELAZA:**

**3.48<sup>b</sup>      4.02<sup>a</sup>      4.16<sup>a</sup>**

**PRUEBA DE DUNCAN PARA UREA:**

**3.31<sup>b</sup>      4.30<sup>a</sup>      4.05<sup>a</sup>**