



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA**

**Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de  
Azúcar (*Saccharum officinarum*) con dos aditivos**

**TESIS**

**Para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista**

**Autor**

**Bach. Rodríguez Salazar, David Jhonatan**

**Asesor**

**Ing. Flores Paiva, Alejandro**

**(ORCID id:0000-0001-7953-9095)**

**Lambayeque, 20 de enero de 2023**

**Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de Azúcar**  
**(*Saccharum officinarum*) con dos aditivos**  
**Tesis**

**Para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado



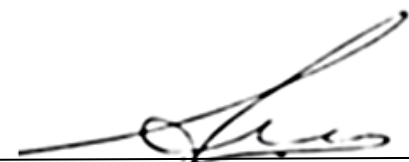
---

**Ing. Carolina Aguilar Patilongo**  
**Presidente**




---

**M. Sc. Benito Bautista Espinoza**  
**Secretario**



---

**Ing. Allan Joel Arriola Vega M. Sc.**  
**Vocal**



---

**Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc.**  
**Asesor**



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



### ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N° 002- 2023/FIZ

Siendo las 15:00 pm del día viernes 20 de enero de 2023, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 011-2023-VIRTUAL-FIZ/D, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, SENSORIAL Y PH DEL ENSILADO DE COGOLLO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) CON DOS ADITIVOS" presentado por el bachiller DAVID JHONATAN RODRÍGUEZ SALAZAR", se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/phy-fxdw-dvt>, los miembros de jurado designados con Resolución N° 087-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 6 de julio de 2022: Ing. Carolina Bernardina Aguilar Patilongo (Presidenta); Ing. Benito Bautista Espinoza, MSc. (Secretario); Ing. Allan Joel Arriola Vega, MSc. (Vocal) e Ing. Alejandro Flores Paiva, MSc. (Patrocinador) para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 006-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha Lambayeque, 4 de enero de 2023.

Concluida la sustentación de la tesis por parte de la sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, éstos se reunieron vía plataforma virtual <https://meet.google.com/qgu-cjpn-tfa?authuser=0> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "ANÁLISIS BROMATOLÓGICO, SENSORIAL Y PH DEL ENSILADO DE COGOLLO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) CON DOS ADITIVOS" presentado por el bachiller DAVID JHONATAN RODRÍGUEZ SALAZAR", habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 17 equivalente al calificativo de Buena; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia DAVID JHONATAN RODRÍGUEZ SALAZAR; se encuentra APTO para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 16:10 pm se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

Ing. Carolina Bernardina Aguilar Patilongo  
PRESIDENTA

Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.  
SECRETARIO

Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.  
VOCAL

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.  
ASESOR

La presente es copia fiel del original a la que me remito  
en caso necesario

Lambayeque, 21 de Febrero del 2023

FEDATARIO

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. David Jhonatan Rodríguez Salazar, investigador principal, e Ing. Alejandro Flores Paiva, asesor del trabajo de investigación Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) con dos aditivos, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demuestre lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, enero del 2023



---

Bach. David. J. Rodríguez Salazar

Investigador



---

Ing. Alejandro Flores Paiva

Asesor

## **DEDICATORIA**

### **Esta tesis está dedicada a:**

A mis padres Carlos y Marilú quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Juan Carlos y Gianella por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. Y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis sobrinos, Juan David, Gahela y Eythan por darme muchas alegrías todo el tiempo, y por motivarme para alcanzar mi meta trazada de ser profesional y un ejemplo para ustedes.

## **AGRADECIMIENTO:**

Al Ing. Alejandro Flores Paiva 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.

## CONTENIDO

INDICE.....	i
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE GRÁFICOS, CUADROS DEL ANEXO.....	iii
RESUMEN/ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. La caña de azúcar.....	3
1.1.1. Taxonomía, cultivo y producción.....	3
1.1.2. Composición química y usos en la alimentación animal.....	5
1.2. Los aditivos en el ensilaje.....	9
1.2.1. Generalidades y definiciones.....	9
1.2.2. La miel de caña de azúcar.....	14
1.2.3. La urea.....	16
1.2.4. Investigaciones en ensilaje de cogollo de caña de azúcar y otros pastos	18
II. MATERIALES y MÉTODOS.....	22
2.1. Localización del experimento y su duración .....	22
2.2. Material empleados y evaluados.....	22
2.2.1. Tratamientos experimentales.....	22
2.2.2. Materiales de evaluación: El cogollo de caña de azúcar y aditivos.....	23
2.2.3. Otros materiales y equipos.....	23
2.3. Metodología experimental.....	24

2.3.1. Recolección y tratamiento previo del cogollo de caña de azúcar.....	24
2.3.2. El proceso del ensilaje.....	24
2.3.3. Variables en estudio.....	25
2.3.4. Evaluación de parámetros.....	26
2.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	26
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1. Determinación de la materia seca del ensilado.....	28
3.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de cogollo.....	30
3.2.1. Pérdidas y pH.....	30
3.2.2. Evaluación organoléptica.....	34
3.3. Composición química en ensilados de cogollo de caña de azúcar.....	36
IV. CONCLUSIONES.....	40
V. RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	53

### **INDICE DE CUADROS**

1. Esquema del análisis de varianza.....	27
2. Materia seca de ensilados de cogollo de caña de azúcar.....	28
3. Pérdidas y pH de ensilados de cogollo de caña de azúcar, según aditivos.....	30
4. Análisis organoléptico del ensilado de cogollo de caña de azúcar .....	34
5. Componentes químicos del ensilado de cogollo de caña de azúcar, según aditivos...	37



## INDICE DE GRÁFICOS

1. Materia Seca en cogollo de caña de azúcar ensilado, según aditivos.....	29
2. Pérdidas de material ensilado, según dosis de miel de caña de azúcar.....	31
3. pH en ensilado de cogollo de caña de azúcar, según aditivos.....	32
4. Proteína Cruda en ensilados de cogollo de caña de azúcar.....	38
5. Fibra Cruda en ensilados de cogollo de caña de azúcar.....	39

## **Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) con dos aditivos**

### **Resumen**

Cogollo de caña de azúcar, recolectado en cañaverales cercanos a la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, previo oreo, bajo un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial de 3 x 3 (0, 3 y 6% de miel de caña de azúcar e iguales niveles de urea), micro ensilados, conservados durante 30 días y evaluados en características organolépticas, pérdidas de material ensilado, pH y composición química. A la apertura se determinó su materia seca, obteniéndose contenidos, promedios, de 34.88, 36.30 y 33.88% en las dosis de miel; 31.25, 31.82 y 41.98% en las dosis de urea. En ese orden, se halló pérdidas de material ensilado solo en los tratamientos sin urea, con valores de 8.8., 7.7 y 5.5% en 0, 3 y 6% de miel de caña de azúcar; el pH, para los niveles de miel fueron de 4.77, 4.21 y 3.83, 2.19, 4.99 y 5.63 para los 0, 3 y 6 % de urea; al análisis organoléptico, se observó un color, olor y textura con calificativo de excelente, para los tratamientos con los niveles menores de ambos aditivos, de bueno y regular con los niveles mayores de miel y urea. Al análisis químico, la proteína, siguiendo el mismo orden de aditivos, fue de 8.06, 8.06 y 8.02%, y con urea sus valores fueron de 5.79, 7.91 y 10.41%, respectivamente; una fibra cruda de 30.75, 29.6 y 29.6%, con urea fue de 31.63, 30.14 y 28.89%, en cenizas, para los niveles de miel, fueron 10.64, 10.80 y 10.76%, con urea fueron de 9.8, 10.17 y 12.21%; el extracto etéreo fue 2.78, 2.86 y 2.43%; en tanto que, para urea sus valores fueron de 2.98, 2.88 y 2.86%.

**Palabras claves:** cogollo de caña de azúcar, miel, urea, ensilado, pH, proteína, fibra

## **Bromatological, sensory and pH analysis of sugarcane top silage (*Saccharum officinarum*) with two additives**

### **Abstract**

Sugarcane bud, collected in cane fields near the city of Chiclayo, Lambayeque, after drying, under a Completely Random Design, with a factorial arrangement of 3 x 3 (0, 3 and 6% sugar cane honey and equal urea levels), micro silage, preserved for 30 days and evaluated in organoleptic characteristics, loss of silage material, pH and chemical composition. Upon opening, its dry matter was determined, obtaining average contents of 34.88, 36.30 and 33.88% in the doses of honey; 31.25, 31.82 and 41.98% in the urea doses. In that order, losses of silage material were found only in the treatments without urea, with values of 8.8., 7.7 and 5.5% in 0, 3 and 6% of sugar cane molasses; pH for honey levels were 4.77, 4.21 and 3.83, 2.19, 4.99 and 5.63 for 0, 3 and 6 % urea; the organoleptic analysis, a color, smell and texture with excellent qualification were observed, for the treatments with the lower levels of both additives, good and regular with the higher levels of honey and urea. To the chemical analysis, the protein, following the same order of additives, was 8.06, 8.06 and 8.02%, and with urea its values were 5.79, 7.91 and 10.41%, respectively; a crude fiber of 30.75, 29.6 and 29.6%, with urea it was 31.63, 30.14 and 28.89%, in ashes, for honey levels, they were 10.64, 10.80 and 10.76%, with urea they were 9.8, 10.17 and 12.21%; the ethereal extract was 2.78, 2.86 and 2.43%; while for urea their values were 2.98, 2.88 and 2.86%.

**Keywords:** sugarcane top, honey, urea, silage, pH, protein, fiber.

# INTRODUCCIÓN

La explotación bovina y otras especies herbívoras, en general, y en el contexto de la región Lambayeque, basan su sistema de alimentación en el empleo de distintas especies forrajeras cultivadas, cuya disponibilidad está condicionada a la disponibilidad de áreas, el recurso agua y otras variables más.

En estas condiciones, la explotación bovina y otras especies herbívoras menores, en la región, se han visto relegadas a un segundo plano, por su baja rentabilidad y un desaliento para el productor.

Sin embargo, es de conocimiento generalizado que, Lambayeque es la primera, o estaría entre ellas, como productor de azúcar para consumo humano o industrial, consecuentemente será el departamento con mayor área en el cultivo de caña de azúcar.

Esta situación expuesta, presupone que, a parte del azúcar producido, comercializado y de uso múltiple, plantea que, no solo el azúcar sería el único producto que sea rentable, sino que, podría haber otros componentes del cultivo que le podrían dar un valor agregado al producto principal. *¿podrá el ensilado del cogollo de caña de azúcar ser una alternativa disponible como un alimento bien conservado, disponible para su empleo en situaciones críticas o de uso común en las explotaciones ganaderas de la región Lambayeque u otras que dispongan de dicho recurso?*

El cogollo de caña de azúcar, ensilado con miel de caña de azúcar y urea, producirá un ensilado con bajas pérdidas de material, buena calidad nutritiva y mayor valor nutritivo que el producto original.

Fueron objetivos del presente estudio, los siguientes:

**Objetivo general:**

- ✓ Verificar la eficacia del microsilado como una técnica replicable a nivel de pequeño productor.

**Objetivos específicos:**

- ✓ Analizar pérdidas de material ensilado, pH, características organolépticas y composición química del ensilado, según aditivo aplicado.
- ✓ Establecer grados de correlación entre parámetros evaluados y que permitan predecir la calidad del ensilado.

# I. MARCO TEÓRICO

## 1.1. La caña de azúcar.

### 1.1.1. Taxonomía, cultivo y producción.

Botánicamente, la caña de azúcar tiene la siguiente clasificación (SAGARPA, 2015):

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Commelinidae
Orden	;	Poales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Panicoideae
Tribu	:	Andropogoneae
Género	:	Saccharum
Especie	:	S. officinarum, L.

Este vegetal, está dentro de los llamados plantas 4, que tiene mayor eficiencia en absorber la energía del sol, por fotosíntesis, destinada, primordialmente, a la obtención del azúcar. Su tallo almacena el jugo, rico en sacarosa, pero también otros azúcares como la glucosa y fructosa; pero comercialmente se resalta su carácter de cultivo industrial, industria de la caña

de azúcar, por generar productos de interés en el consumo humano, otros usos, y, también subproductos para la alimentación animal, o la generación de energía (Alexsander, 1985).

Por ser un cultivo C4, tiene una eficiencia entre 3 a 4% de captación solar y del CO<sub>2</sub>, muy eficiente en el empleo del agua en sus procesos fisiológicos, lo que lo convierten en preferido con fines energéticos. Es importante subrayar, en esta época de preocupación por los gases de efecto invernadero, que la caña de azúcar en el empleo para generar energía tiene un balance cero en lo que concierne a la emisión del CO<sub>2</sub> (Adam et al., 2001).

Es natural de las zonas cálidas y sub cálidas del Asia, de donde los árabes lo llevaron a Siria, Palestina, Arabia y Egipto, luego pasó a España y toda la Península Ibérica, siguió por África, llegó a las américas (américa central y Sudamérica) (Rivera, 2002).

La caña (*Saccharum officinarum*), también llamado cañamiel, deriva del latín del medio evo *canna mellis* o *cannamella* (Aguilar, 2010), es una gramínea de área cálida, perenne (Ramírez, 2008), con elevada producción en materia seca/unidad de área (Rodríguez et al., 2009), de alto rendimiento en masa forrajera (Molina, 1990), que por tener tallos gruesos y fibrosos llegan a desarrollar de 3 a 5m de alto (Ramírez, 2008). En América Latina se la describe a mediados del siglo XVI, cuando se inicia a cultivar en las llamadas haciendas; a empezar el siglo XX, se inicia el establecimiento de los ingenios; pero en los años pasados se dio la reforma agraria, entregándolas a los trabajadores (Banko, 2005). Hoy se cultiva en más de 100 países alrededor del mundo (Martín, 2005). Si bien el azúcar es el principal producto de una fábrica de azúcar de caña, otros como el aguardiente, la caña fruta, confites, mieles, chancaca, etc., representan subproductos para consumo humano (Elizalde, 2015). También, durante el pre proceso de la producción, en la cosecha, se derivan subproductos, tales como el cogollo, las pajas, etc. (Roca et al., 2006).

La caña de azúcar, conocida como caña blanca, caña miel o caña dulce, planta herbácea, puede llegar a medir hasta dos metros de largo; es de los cultivos C4, por su capacidad para absorber la energía solar por fotosíntesis (Cengicaña, 2010),

Al Perú, la trajeron los españoles, primero a los valles interandinos de Ayacucho, de allí diseminó a la costa central y sur medio, principalmente a los valles de Chíncha y Cañete, para llegar a la costa norte, donde se instaló masivamente (Silva, 2015). Hoy, se explotan cultivares tradicionales y los tropicales, los que tienen la peculiaridad de poseer más biomasa aérea (follaje, cogollo, vainas) (Ecofys GmbH, 2013).

La gran ventaja del Perú, comparado con otros grandes productores, es que la producción es estable en todo el año y lo que garantiza mayores rendimientos y a ello, debe agregarse el hecho que la población peruana se caracteriza por ser un gran consumidor de azúcar rubia (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013).

La fuente informante ha publicado que en el Perú se cultivan cerca de 110 mil hectáreas de esta planta, y donde el 90% está en las empresas azucareras de la costa central y norte del país. La misma fuente calcula en 83000 has. que al año utilizan para la industria del azúcar, a parte están las áreas empleadas, expresamente, a la producción de etanol (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

### **1.1.2. Composición química y usos en la alimentación animal**

El cogollo (puntas de caña), parte más joven de la planta, parte superior de la caña de azúcar, constituida por la punta y las hojas verdes, juega un rol preponderante por su fibra de alta calidad para el consumo (Ferrero et al., 1977). Su incorporación representa ventajas, por no competir con la alimentación del hombre, y, junto a las pajas, tiene una disponibilidad a escala mundial de cinco mil millones de toneladas (Padilla et al., 1990); tienen un 58 % de fibra cruda,

4.30 % de proteína total y 34 % de carbohidratos (Moreno, 2007), por lo que, adecuadamente tratadas y suplementadas son excelente alternativa de alimentación bovina en época de sequía y la escasez de pastos.

Algunas evaluaciones muestran que aumentó la producción de leche en vacunos (Yang et al., 2000), pero lo opuesto es la cita de Sutton et al. (2003); en tanto que Lewis et al. (1999) dicen no haber ningún efecto. Esto remarca la importancia de investigar métodos que mejoren la digestibilidad del cogollo de caña, para beneficiar a los ganaderos, por tratarse de un subproducto y como tal reduciría costos de producción.

Esta planta rinde mucha masa forrajera, ya madura posee 71.8% de tallos, 12.6% de cogollos o puntas de caña, 8.7% de hojas y 6.9% de mamones o retoños (Torres 2006). Pero es bajo proteína y que no cubre las necesidades de los rumiantes (Araque et al. 2003), posee alto nivel de azúcares totales y fibra. Pozo (2011), evaluando características bromatológicas de la caña de azúcar, a distintas edades, halló para materia seca (MS), proteína cruda (PC), ceniza (Cz), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) valores de 19.3, 4.3, 7.4, 61.2 y 38.2%.

En los sistemas de alimentación se lo indica una gran alternativa excelente en función de ahorrar alimento. Así mismo, puede aportar un gran volumen de MS, carbohidratos solubles y biomasa forrajera, superior a las otras gramíneas tropicales, transformándose en un potencial forrajero, por encima de otras forrajeras tropicales, con el agregado de mayor carga animal (Pozo 2011). Ello sería viable, si es que se antepone en recocer y considerar las limitaciones nutricionales que lo acompañan cuando se piensa en que sería la única fuente de nutrientes en la ración de rumiantes (Galina et al. 2007).



En su estado adulto o madura, el 71.82 % son tallos molibles, 12.58 % de cogollos, 8.7 % de hojas y 6,9 % de otros, todos aprovechables por el ganado vacuno, sin que signifique perder sus peculiaridades nutritivas; por ello se le estima una fuente siempre disponible (Chávez, 2008).

INTA (2009), relata que al adicionar 6 Kg de urea/tonelada de caña picada, se podría lograr un producto con hasta 12% de proteína cruda. Álvarez (1988), recomienda el nivel de 1% de urea como un nivel óptimo.

Cuando se estudió el valor forrajero en cinco cultivares de caña a edades al corte de 4, 8, 12 y 16 meses, y etapas de cosecha (plantilla y soca), se determinaron diferencias en el contenido de proteína bruta entre cultivares, con un mayor valor a los cuatro meses de edad y en la primera etapa (plantilla). Entre los mejores cultivares, cuatro meses de edad en plantilla la PB fue de 9.11 a 7.72 %; a los ocho meses varió de 6.03 a 4.1 %; a los 12 meses entre 3.17 y 2.77 % y a los 16 meses entre 3.63 y 1.92 %; con valores muy similares en cenizas, calcio, fósforo, pero bajaron con la edad y etapa de cosecha; por el contrario, la FDN fue mayor a los cuatro meses (76.58 y 79.9 %) en la primera etapa (plantilla), la FDA fue parecida a la FDN, aunque la FDN no varió entre cultivares (López et al., 2003; Bastidas et al., 2010).

Del cogollo, se comenta que cubriría las necesidades de mantenimiento de vacunos (Elizalde, 2015), sin embargo, para producción será indispensable agregar un concentrado alto en proteína.

El follaje (hojas verdes, hojas secas, cogollo, vainas secas y verdes), en el Perú, se estima que representa el 17% al 20% para las variedades convencionales, y en variedades tropicales, llega al 28% - 30% del total de la planta en base fresca (León, 2013).

El cogollo de la caña, representado por hojas y una parte del tallo, no se emplea para producir panela (Pachón et al., 2005). Al estudiar morfológica y bromatológicamente las variedades 02-CP72-2086, 03CO-997, 24MEX68-1366 y 202MEX55-32 producidas en una región de México, la proporción de las puntas o cogollo correspondieron del 18.9 al 24.5 % de la caña, y no fue diferente entre variedades. Del mismo modo, los promedios de la MS, PC, CEN, FDN y FDA, no mostraron diferencias varietales, ni por la forma de cosecha (verde o quemada). Para aprovechar más los cogollos es preferible cortarlos antes de la quema y así, contar con mayores volúmenes de biomasa (Ramírez et al., 2014)

Orta (2016), ha calculado que de una tonelada de caña fresca se logra, más o menos, 32% de bagazo, 28% de paja y cogollo de caña. Además, Fernández y Gómez (2010) publicaron la composición química del cogollo y acotan los siguientes valores: 31.4% de materia seca, 6.0% de proteína, 2.3% de grasa, 32.6% de fibra cruda y 9.5% de cenizas; con diferencias según cosecha, variedad y clima. Sin embargo, en ensayos de González (1995) y Delgado (2012) resaltan las limitaciones nutritivas y fisiológicas que alteran la ingestión, incremento en peso de animales que son alimentados con forraje de caña de azúcar. De tal forma, que el empleo de hojas de la caña de azúcar tratadas mejoró su valor para la alimentación de rumiantes (Rodríguez, 2009). El empleo de quelatos, para alimentar rumiantes, mejora la multiplicación de bacterias ruminales, mejora la digestibilidad de la celulosa, y consecuentemente mayor eficiencia para sintetizar proteína y energía. Se sabe que los quelatos actúan a nivel celular, estimulan la formación de membranas celulares, aumentando la capacidad inmunológica, y por lo tanto la productividad individual y total de la ganadería (Silva, 2001). Gado et al. (2009) sugieren aplicar enzimas fibrolíticas antes de alimentar el ganado para aumentar la digestión del

forraje; aun cuando, el empleo de enzimas fibrolíticas en raciones de rumiantes han dado respuestas controversiales.

La composición química de la caña también depende de la correlación entre cultivo, edad al rebrote y parte de la planta (integral, cogollo y tallo), la proteína es mayor en el cogollo (3.83 %), con respecto a la caña integral (1.44 %) y los tallos (0.59 %); la FDN es mayor para el cogollo (74 %), intermedia para la caña integral (54.13 %) y menor para los tallos (35.21 %) debido a la presencia de azúcares solubles en el citosol (López et al., 2003; Fernández et al., 2018).

## **1.2. Los aditivos en el ensilaje.**

### **1.2.1. Generalidades y definiciones**

La finalidad del ensilaje consiste en conservar forrajes, de la mejor calidad posible, en un momento dado, a fin de cubrir los requerimientos alimenticios de los animales en un tiempo dado (Peñagaricano et al. 1977).

El autor incide que lo esencial para la conservación de forrajes ensilados es conseguir una rápida disminución del pH, mediante fermentación de bacterias ácido lácticas y garantizando un medio totalmente anaeróbico en el interior del silo (Woolford, 1990), puesto que, al ambiente aeróbico, se producen cambios en los valores químicos del forraje ensilado, porque el pH tiende a subir, el amoníaco y las aminas se acumulan, y consecuentemente bajan los niveles de ácidos orgánicos (Johnson, 1989).

Acerca del proceso, describe que se trata en picar el forraje, dejar que se seque por un periodo de 24 a 48 horas, recolectarlo e inmediatamente ensilarlo con baja humedad posible. Si aumentamos la materia seca se logra más concentración de carbohidratos solubles y una

disminución de la capacidad tampón, y todo ello, es favorable para obtener una buena fermentación; adicionalmente, se reducen las pérdidas totales de materia seca en el silo, mejorando en la mayoría de los casos su valor nutritivo (Klein, 1991).

Ha establecido que los elementos que influyen en la calidad de ensilado están relacionados a las técnicas que se apliquen en dicho proceso y, de otro lado, lo concerniente al material que se ensila; y, sobre este factor, tiene que ver su composición química del material al momento en que se cosecha y ligado a ella, su capacidad fermentativa (Latrille, 1991).

Otra forma de entender se refiere a una serie de cambios por efecto enzimático tanto de la planta misma, como de microorganismos que se hallen en la planta o aquellos que se adicionen con conocimiento de causa (aditivos) o involuntariamente (contaminación con suelo o similar), y que este complejo enzimático interactúa en los procesos respiratorios y sobre la acción sobre carbohidratos y proteínas. Al inicio, hay una fase donde el pasto sigue respirando, absorción de oxígeno y liberación  $\text{CO}_2$ , más calor, ocasionando pérdidas de aquella materia seca muy digestible, pero, fundamentalmente, disminuye el contenido de azúcares de la planta, que afectará a posteriori a la flora láctica al no contar con la cantidad requerida de carbohidratos para propiciar una eficiente generación de ácido láctico; ello hace ver la importancia del llenado y inmediato del silo (Cañeque y Sancha, 1998).

Diferencia que, mientras el ensilado consiste en una conservación de forraje con humedad, la henificación es conservar en seco (fardo o rollo). Esta conservación en húmedo, requiere crear un ambiente de anaerobiosis para que desarrollen un grupo de microorganismos; sin embargo, hay pérdidas de efluentes, líquidos que escurren, alteración de la proteína verdadera y de los carbohidratos solubles. De allí que, una buena cosecha, picado y oreado

adecuado, máxima compactación, cierre hermético del ensilaje etc., se garantizará obtener un producto ensilado con buen valor nutricional, algo menor al cultivo verde antes de ensilar (Fernández, 1999).

Una forma conveniente de calificar el contenido de carbohidratos solubles en como por ciento de la materia verde, y sirve para saber con cuanto de ello se cuenta al momento de ensilar. En ese sentido, se estima que el contenido de estos carbohidratos necesarios para tener un pH estable es más relevante en leguminosas que en gramíneas y en forrajes que tienen menos materia seca (Balocchi, 1999).

Así, el ensilaje consiste en almacenar pastos frescos en condiciones anaeróbicas, en un recipiente denominado silo. Durante el proceso se dan una serie de modificaciones en el forraje fresco, procesos fermentativos esencialmente, que concluyen en un producto final denominado silaje (Peñagaricano et al. 1977). En este tiempo de almacenamiento, esa fermentación anaeróbica es conducida mediante procesos de bacterias lácticas (estreptococos y lactobacillus, principalmente), La que actúan sobre los carbohidratos del forraje y producen ácido láctico, el que evita el deterioro del forraje y garantiza su valor nutritivo (Lobo y Díaz 2001).

Igualmente, se describe al ensilaje como una técnica para conservar forrajes mediante la inhibición del crecimiento de microorganismos que degradan la materia orgánica, conservados con ácidos que pueden ser adicionados o provenir de fermentaciones naturales, pero que es conservado en depósitos de distintos tamaños y formas conocidos como silos (Mannetje, 2001).

Lo identifican al ensilado como la resultante de una fermentación anaeróbica bajo control, con humedad, con producción de ácidos orgánicos (principalmente ácido láctico), a través de bacterias que se desarrollan en un medio anaeróbico. Agregan que, son muchos los

elementos que participan para obtener un producto palatable y de buen valor nutritivo (contenido de materia seca, composición química al corte, proceso enzimático del forraje, presencia de aire, tipos de microorganismos presentes y su desarrollo, generación de ácidos y bases orgánicos, acidez adecuada. Precisan que en cuatro días habrá cientos de millones de bacterias lácticas/gramo de ensilaje, donde las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles generando de una manera secuencial diferentes ácidos, los que a su vez disminuirán el pH entre 4 y 4.2, en cuyo estado se inhibirán otras fermentaciones. Establecen que el nivel de ácido láctico, en un ensilaje bien preservado, gira alrededor del 8%, y que, la calidad del producto final dependerá del nivel de humedad y la temperatura durante la fermentación (Parsy et al., 2001).

Comentan que el ingreso de oxígeno al ensilado, trae como consecuencia la actividad de microorganismos deteriorantes y reductores de los azúcares solubles y ácidos orgánicos, y con ello el incremento del pH, con su secuela de disminución en la digestibilidad y contenido energético. Por lo tanto, ensilajes malogrados llevan a pérdidas significativas de carácter económico y precarios índices productivos en los animales (Jobim y Gonçalves, 2003).

Picar el forraje a ensilar trae cuestiones, que parecieran contradictorias: 1) conseguir un tamaño de partículas lo suficientemente pequeñas que faciliten la compactación del ensilaje y 2) alcanzar un tamaño de partículas adecuadamente grandes para proporcionar de FDN a los animales que tienen que ver con una buena masticación y un buen proceso de rumiación (Gallardo, 2003).

Según Bertoia (2007), en función al factor organoléptico, los ensilajes podrían ser lácticos, butíricos, sobre encalados, mohosos y pútridos. Los lácticos tienen un color amarillo verdoso, olor agradable, avinagrado y picante, textura firme, pH de 3.3 a 4.0, aceptabilidad por parte de los animales y su valor nutritivo parecido al del forraje fresco; butíricos, poseen un

color pardo o verde oliva, olor desagradable y rancio, textura blanda o viscosa, pH mayor a 4.5, cierto rechazo por parte de los animales, reducido valor nutritivo regular como consecuencia de una desnaturalización protéica; sobre encalados, son de color marrón, olor acaramelado, acidez variable, de buena aceptabilidad pero bajo valor nutritivo; mohoso, aquel que muestra manchas como algodón o de color blanco, olor rancio, textura gelatinosa, pH mayor a 5.0, mala aceptabilidad por parte de los animales y bajo valor nutritivo; pútrido, con su típico color verde oscuro a negro, olor repulsivo por su descomposición, textura blanda, pH mayor a 5.0, escasa aceptabilidad, muy bajo valor nutritivo y pudiendo llegar a ser tóxicos.

Luego que el pasto se corta y pica, se introduce en el silo, y allí se compacta para eliminar al máximo de oxígeno y con lo cual se inicia el ensilaje. Lo recomendable es que, se tenga en cuenta que el tamaño del picado garantice una buena compactación, medio anaeróbico, y que posteriormente garantice una buena rumia por parte del animal. Se dice un tamaño de partícula de 1.5 a 3.0cm, siendo preferible de 1.8cm. Se enfatiza en la máxima compactación, porque ello influye sobre la calidad del producto final, garantizando, además, menores pérdidas de material (Saborío, 2008).

A fin de que, un silaje alcance el nivel de calidad será en el momento que el ácido láctico sea el que predomina, teniendo en cuenta que las bacterias lactogénicas las más eficientes, consumen sólo el 4% del total de los carbohidratos solubles que tiene el forraje; genera el inmediato descenso del pH, y, por que en esas condiciones se conservará la mayor cantidad de nutrientes. Detallan también, que los carbohidratos solubles son la "materia prima" para la fermentación, es decir carbohidratos solubles y no los carbohidratos estructurales (celulosa,

hemicelulosa), ni los complejos como el almidón y que, el contenido de grano no tiene nada que ver con los procesos fermentativos (Bragachini et al., 2008).

La fuente diferencia las tres fases del proceso: la aeróbica, que es inmediato al ensilaje y presencia de oxígeno; la anaeróbica o sea cuando verdaderamente se da la fermentación, y, luego la fase de alimentación o vaciado que se da cuando se abre el silo (Matta, 2008).

En este reporte, se acentúa el hecho que los microorganismos emplean como fuente energética carbohidratos hidrosolubles, como la fructosa, sacarosa y fructosanos, porque de ser escasos limitan la capacidad fermentativa al no bajar el pH. Sería necesario de 6 a 12% de carbohidratos hidrosolubles, base seca, y si es necesario se podría agregar melaza u otra fuente de esta categoría de azúcares (Alaniz, 2008).

Se remarca el criterio que, las características organolépticas asociadas a un ensilaje de calidad, son el olor (aromático, dulzón, agradable, típico del ácido láctico; el color (que debe ser entre verduzco y café claro); y la textura (firme, no debe deshacerse al presionar con los dedos), según lo dice Reyes et al. (2009).

Se ha enfatizado en la importancia del picado a fin de lograr una adecuada conservación, donde, el tamaño de las partículas exige prevenir para ensilar forrajes, para evitar tallos grandes y dificultad para compactar y la secuela fermentación aeróbica que eleva la temperatura, el pH, y deterioro el ensilaje (Vieira Da Cunha, 2009).

### **1.2.2. La miel de caña de azúcar**

Tener que clarificar, concentrar y cristalizar al jugo de caña en la fábrica azucarera, deriva en las mieles. En un flujograma con tecnología, se derivan cuatro tipos de mieles: la meladura o primera miel (miel rica cuando se hidroliza para evitar la cristalización de sacarosa), la miel A que resulta al extraer el 75% del total de azúcar recuperable, la miel B,



resultante de completar el 86% de cristalización y por última la miel final, o sea el subproducto que queda cuando ya no es posible seguir obteniendo más sacarosa (Figueroa, 1989).

Comentan sobre la miel de caña, de ser un producto artesanal, elaborado a partir del jugo de caña, cosechada y pelada a mano (sin quemar), y que por ello se describe como cultivo de bajos insumos, integrando el periurbano, sin contaminar suelo ni aire. Para la cocción de los jugos, la energía calórica proviene de residuos agrícolas de cosecha, compuesto por las fibras de hojas, vainas y entrenudos superiores no maduros y el bagazo (subproducto obtenido en los trapiches). Esta miel de caña, es un alimento como fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales (Cusumano et al., 1996).

La miel de trapiche tiene características de ser un líquido denso, viscoso de color marrón y aroma agradable, donde los sólidos varían entre 65 y 75 °Brix, con escaso contenido proteico, pero alto en carbohidratos donde la sacarosa es el 80 a 90% (García et al., 2006).

Se relata los pasos del proceso, comenzando por lavar la caña, le sigue la molienda con unos rodillos o mazas que comprimen intensamente para obtener el guarapo, el cual se cocina a fuego directo, por aproximadamente dos horas a fin de evaporar el agua y al mismo tiempo permitirle la concentración, que termina cuando se nota un espesor propio, siguiendo, luego, con la eliminación de impurezas (cachaza) hasta llegar a una mezcla transparente y muy homogénea. Este producto final posee una textura similar a la miel de abeja y con sabor muy agradable. Esta miel o melaza de caña, mientras más oscura sea, será de mayor sabor y nutrientes. Se dice que, el sabor de las mieles con un color claro es más suaves que las mieles de color oscuro. Al margen de su color, esta puede ser más o menos dulce, a veces picante y en ciertos casos extremadamente amarga. Finalmente, luego que la miel esté a temperatura ambiente, se envasa, etiqueta (Vera, 2010).

Cita distintos tipos de mieles, que dependen del proceso. Así, se mencionan a la Meladura (jugo clarificado y concentrado por evaporación), miel virgen (meladura, que no ha sido sometida al proceso de cristalización, cuando su contenido de azúcares totales como reductores, es mayor a 67%), miel rica invertida (producto que se obtiene cuando la meladura se somete a los procesos de inversión y concentración, logrando contenidos de azúcares totales como reductores superiores a 75%), miel (líquido madre de las masas cocidas, que se separa de los cristales por centrifugación), masa cocida (mezcla altamente concentrada de cristales y líquido madre, que se obtiene por evaporación al vacío), miel final o melaza (líquido denso y viscoso obtenido de la centrifugación de la masa cocida final y del cual no es posible recuperar, económicamente, más sacarosa por los métodos usuales), según cita de Procaña.org. (2016).

### **1.2.3. La urea**

Se le señala como un elemento muy antiguo, el más antiguo, que mejora el nivel de proteína en el ensilado, sobre todo en el caso de gramíneas, sorgo o maíz, que son deficientes en este elemento. Ocurre que, al desdoblarse en  $\text{NH}_3$  Y  $\text{CO}_2$ , el primero se asocia al ácido láctico y forma sales y posteriormente ese amoníaco en los rumientes sirve para la síntesis de proteína microbiana a nivel del rumen. Son muchos los estudios donde se ha demostrado que al aplicar de 15 a 25 g de urea/100 kg de material a ensilar se mejora el valor proteico. En un exceso de urea el animal no lo consume de inmediato, pero luego que se ha perdido amoníaco por evaporación si es consumido (Farm Sc., 1964).

Moore (1968), también hace notar que la urea es fuente de NNP, carente de aminoácidos, y al usarse en 1 a 3% del material a ensilar se incrementa el valor en proteína del producto final. A ello, acota Farmer (1985), el uso frecuente de urea, en forrajes deficientes en ese nutriente, y

que al aplicar a razón de 7 Kg/tm debe distribuirse homogéneamente por ser toxico para el animal, recomendando que se disuelva en agua tibia y se pulverice en el material a ensilar.

Recomienda la inmediata estabilización del material ensilado, por medio de bacterias lácticas, sobre todo cuando son deficientes en carbohidratos solubles, para bajar el pH, evitar bacterias indeseables que llevan a un tipo de fermentación no deseable (Fernández, 1999). Cuando ocurre esa deficiencia de carbohidratos, se puede usar melaza (0.7 a 0.75g/kg de MS), o granos de maíz, sorgo, avena, trigo, etc., que además evitan que se pierdan efluentes líquidos, considerando que la cantidad de esos granos estará en función del forraje a ensilar, pero variará entre 30 a 55 kg/tm del forraje fresco.

Comunican que, adicionar fuentes de NPN, como la urea, a pastos con alto contenido de MS, y escaso poder tampón (granos de maíz o sorgo) mejoran el valor de proteína cruda, e incluso posibilitan una estabilización aeróbica del ensilado cuando se apertura para su empleo. En la información de Lavezzo (1993), donde empleó urea como aditivo para ensilar pasto elefante, y concluyó que, en pastos bajos en materia seca, sin aditivos, y en ausencia de aditivos ricos en Carbohidratos solubles, no es recomendable usar urea porque se elevan los índices de pH, NH<sub>3</sub>, y de ácidos acético y butírico. Singh et al. (1996), han indicado que, lecturas altas en pH y NH<sub>3</sub>, están asociadas con altas poblaciones de bacterias proteolíticas anaeróbicas. Fuentes de NPN, como el sulfato de amoníaco y "biuret", solas o en combinación con urea, carbonato de calcio o fuentes de almidón, no han dado buenos resultados en la digestibilidad, consumo (Vilela, 1984). Y tal como lo dice Bolsen (1999), las fuentes de NPN actuarán como poder tampón en el proceso fermentativo, para lo cual es necesario altos niveles de ácido láctico, que bajarán el pH.

Mülbach (2001), refuerza las informaciones de que el uso de aditivos de NPN, como la urea, cuando se adiciona a pastos altos en materia seca, y bajos de poder tampón (granos de maíz o sorgo) mejoran el contenido de proteína cruda.

#### **1.2.4. Investigaciones en ensilajes del cogollo de caña de azúcar y otros pastos**

Hurtado (1991), en avena, al ensilar con 1% de urea/tm. Encontró materia seca de 29.29%, proteína cruda de 9.11% y mejoró significativamente su valor nutritivo

Se resalta al ácido fórmico, por bajar pH, inhibir bacterias que generan fermentaciones que bajan el valor del ensilado. En Inglaterra se emplea con gramíneas en una concentración de 2 litros/tm de pasto fresco. En tanto que en Argentina han logrado buenos resultados al aplicar 0.5 l/Tn base forraje verde en alfalfa y pasto ovillo (Bruno et al., 1997). También, la formalina, metabisulfito de sodio, etc, igualmente inhiben bacterias indeseables. En el caso del ácido propiónico, aparte de actuar contra hongos y mohos que se puedan presentar en el ensilaje, también evita que se malogre el material al ser abierto, sirve para reducir la formación de amonio en ensilajes de leguminosas y de gramíneas, incentiva el desarrollo de bacterias lácticas bajando rápido el pH, tiene, pero, tiene el inconveniente de ser altamente corrosivo de metales (cortadora-picadora) y ser muy costoso. Trabajos que compararon diferentes tratamientos del pasto en busca de mejorar el ensilado de alfalfa, de los cuales, al usar conservantes (glucosa o ácido fórmico) o el pre-oreo dan mayor garantía para obtener productos con adecuadas propiedades (Bruno et al., 1997).

La caña de azúcar es una gramínea que concentra altas cantidades de sacarosa, pero tiene la desventaja de fermentar muy rápido luego del corte, generando cantidades apreciables de etanol que no es apetecible por el ganado (INIFAP 2010); pero, hay grandes soluciones para ese caso, basadas en el empleo de aditivos para regular y orientar las fermentaciones. Por ejemplo,

se logra elevar el pH mediante sustancias alcalinas al ensilaje, y que, lo que hacen es evitar que las levaduras transformen la sacarosa en ácidos orgánicos y etanol. Para ello, se citan productos como el hidróxido de sodio, cal, urea, amonio, sal y bicarbonato de sodio (INTA 2009, INIFAP 2010).

Además, INIFAP (2010), ha descrito una tecnología para procesar ensilados de caña de azúcar, con el uso de 6,6% de cloruro de sodio en base seca, agrega que, este aditivo en el ensilado de caña de azúcar, orienta una fermentación láctica del pasto, asimismo, inhibe la producción de etanol, disminuye la acidez y no afecta la digestibilidad del producto final.

En micro ensilados, investigó ensilajes de caña de azúcar, picada, con 2.5% de urea, 2.5% de sulfato de amonio y 1.5% de cloruro de sodio, y logró un producto de buena calidad fermentativa, y que, a la calificación sensorial, se encontró un ensilado de alta calidad, determinó pH entre 3.3 y 4.5, calificables como óptimos, la urea elevó el contenido final de proteína cruda, bajó la FND, FAD y no alteró el nivel de materia seca del ensilaje (Arredondo, 2011).

Cuando hay precios bajos de la panela o azúcar, en algunas zonas se ha preferido diversificar la comercialización de la caña; para lo cual se ha optado por ensilarla. En ese sentido, se ha comparado ensilajes de caña de azúcar y ensilaje de maíz en una proporción de concentrado 70:30 en hembras Holstein-Friesian, entre el destete y los 470 días de edad, habiéndose hallado que los alimentados con ensilaje de caña mejoraron la condición corporal y a conversión alimenticia, aun cuando no se notaron diferencias en los incrementos diarios de peso (Reyes et al., 2014).

También en micro silos han investigado a la urea, el hidróxido de sodio (NaOH) y el maíz, a fin de observar efectos sobre la materia seca, grasa, cenizas y la proteína cruda, así como la estabilidad aeróbica del ensilaje de caña, habiéndose hallado más pérdidas de materia seca

cuando no aplica aditivos químicos, como consecuencia de que en la fermentación el alcohol lo emplean las bacterias hetero fermentativas produciendo calor (Hill y Leaver, 2002), también se ha definido que la urea al 1 % incrementa el contenido de grasa, se incrementó los CNE cuando se agregó urea y NaOH al 1 %; aumentó la proteína cruda (Santos et al., 2014).

El concepto de que al ensilar caña de caña se presenta una fermentación, donde el azúcar se metaboliza hacia alcohol, y, la existencia de levaduras como contaminantes naturales ha sido confirmado por Pedroso et al. (2008). Por ello han estudiado distintos aditivos que modifique la ruta fermentativa principal. Diferentes parámetros se han calculado en ensilados de caña de azúcar, para lo cual adiciones de CaO al 0, 0.8, 1.6 y 2.4 %, más un aditivo microbiano (*Lactobacillus buchneri*), en niveles de 0, 50000, 100000 y 150000 UFC/g., luego del cual se halló que el nivel de 1.6% de CaO, ligado al nivel de 50000 UFC g<sup>-1</sup>, dieron niveles adecuados de ácido láctico, que superan al 4.5 % y de ácido acético (1 %), contenido moderado de ácido propiónico (0,55%) y bajo de ácido butírico (0,05%), controlando así la producción de etanol, las pérdidas gaseosas y efluentes, convirtiéndose en una buena alternativa en el mejoramiento de la calidad del ensilado de caña de azúcar.

La inoculación del ensilaje con la bacteria *Lactobacillus buchneri*, merma la concentración del etanol, baja las pérdidas de materia seca, y de los otros nutrientes (Pádua et al., 2014).

Dosis de CaO al 1% ha mejorado la digestibilidad de la materia seca del ensilaje de caña, disminuyó los componentes de la pared celular, mantuvo los niveles de FDN y hemicelulosa luego de abrir el silo, creando mayor estabilidad de la composición química y calidad del ensilaje. En otros estudios, cuando se incrementaron las poblaciones de bacterias ácido-lácticas y se disminuyó la producción de levaduras, niveles de 5 g kg<sup>-1</sup> de CaO, no se mejora el consumo

del ensilado, tampoco el rendimiento del animal; en tanto que niveles de 15 g kg<sup>-1</sup> de CaO disminuyen el consumo del ensilaje y el crecimiento del ganado (Balieiro et al., 2007; Cavali et al., 2010; Chizzotti et al. 2015).

El pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*), al ser ensilado con melaza y lactosuero halló que la MS, promedio, para melaza, de 28.31, 24.92 y 26.76% en las dosis de 0, 2 y 4%, con pérdidas de material ensilado, en los niveles de melaza, de 4.41, 3.11 y 5.29% (0, 2 y 4%); pH, para melaza con 0, 2 y 4%, de 3.59, 3.40 y 3.32. Organolépticamente, calificó en color, un verde amarillento (bueno), en olor, predominó un olor agradable con ligero olor a vinagre (bueno), y la textura, se optó por darle el calificativo de excelente. El contenido, promedio, en proteína fue de 15.98, 19.3 y 22.76% para los niveles de 0, 2 y 4% de melaza, fibra cruda de 46.82, 45.64 y 44.11% para los niveles de melaza (Cubas, 2019).

La maralfalfa (*Pennisetum sp*), al ser ensilada con tubérculos de papa y lactosuero, encontró materia seca de 35.51, 35.25 y 35.22% con 0, 1.5 y 3% de lactosuero; 33.78, 35.55 y 36.65% con 0, 2.5 y 5.0% de tubérculos de papas, el pH, para niveles de lactosuero fueron de 3.73, 4.69 y 4.75; y en los niveles de papa fueron de 4.48, 4.05, 4.65, un color verde amarillento, olor agradable, ligero vinagre y en todos los tratamientos se encontró una textura de contornos continuos. El contenido de PC, FC, EE, cenizas para los niveles de lactosuero fueron de 18.72, 21.02 y 22.75%; 52.98, 50.60 y 51.52%; %, 2.11, 2.56 y 2.83; 10.84, 12.58 y 12.64%. Para los niveles de papa dichos valores fueron 20.30, 20.91 y 21.22%; 52.08, 51.40 y 51.58%; 2.61, 2.60 y 2.28%; 12.07, 12.10 y 11.90%, respectivamente (Llatas, 2019).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Localización del experimento y su duración**

Se llevó a cabo en un ambiente del casco urbano de la ciudad de Chiclayo, con disponibilidad de áreas para oreado y picado del cogollo, ensilado, almacenaje y evaluación del producto final. El análisis bromatológico se complementó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Este estudio se inició con la recolección del material experimental en el mes de diciembre del 2021 y se concluyó en marzo del 2022, con una duración de cuatro meses.

### **2.2. Materiales empleados y evaluados**

#### **2.2.1. Tratamientos experimentales**

Del efecto factorial de los niveles de miel de caña de azúcar y de urea se generan los siguientes tratamientos a evaluar:

T<sub>1</sub>: Ensilaje de cogollo sin aditivos.

T<sub>2</sub>: Ensilaje de cogollo, 3% de miel de caña de azúcar y sin urea.

T<sub>3</sub>: Ensilaje de cogollo, con 6% de miel de caña de azúcar y sin urea.

T<sub>4</sub>: Ensilaje de cogollo, sin miel de caña de azúcar y 3% de urea.

T<sub>5</sub>: Ensilaje de cogollo, con 3% de miel de caña de azúcar y 3 % de urea.

T<sub>6</sub>: Ensilaje de cogollo, 6% de miel de caña de azúcar y 3 % de urea.



T<sub>7</sub>: Ensilaje de cogollo, sin miel de caña de azúcar y 6% de urea.

T<sub>8</sub>: Ensilaje de cogollo, con 3% de miel de caña de azúcar y 6 % de urea.

T<sub>9</sub>: Ensilaje de cogollo, con 6% de miel de caña de azúcar y 6 % de urea.

### **2.2.2. Material de evaluación. El cogollo de caña y aditivos.**

El cogollo de caña de azúcar, fue recolectado de cañaverales, pertenecientes a empresas azucareras, circundantes a la ciudad de Chiclayo, cortado de plantas maduras, acarreadas al lugar donde se realizaron las labores indicadas en el acápite anterior.

Los aditivos: La miel de caña de azúcar, es un producto de elaboración empírica de las áreas rurales de la provincia de Cutervo, región Cajamarca, que cuentan con cañaverales y trapiche para molienda, elaboración de subproductos y dentro de los cuales se halla la miel de caña, la misma que es comercializada en los mercados locales y también ofertados, en menor escala, en el mercado de Chiclayo y otros.

La urea, es el fertilizante químico de uso común en la agricultura, producto granulado, blanco brillante, comercializado como fertilizante en empresas agropecuarias de la ciudad de Chiclayo, empleadas, principalmente como fertilizante en el cultivo de arroz.

### **2.2.3. Otros materiales y equipos**

En las distintas fases del estudio se requirió el material que a continuación se citan:

- ✓ Bolsas de polietileno con capacidad para 3 kg.
- ✓ Aspiradora de aire.
- ✓ Cinta de embalaje.

- ✓ Plumón con tinta indeleble.
- ✓ Cámara digital.
- ✓ pH-metro.
- ✓ Licuadora.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Equipos para análisis bromatológico (proteína, fibra cruda, cenizas, etc.).
- ✓ Materiales de escritorio.
- ✓ Hoces y cortadoras de forrajes, entre otros que fueron necesarios.
- ✓ Formatos para toma de datos.

## **2.3. Metodología experimental.**

### **2.3.1. Recolección y procesamiento previo del cogollo de caña**

El material de campo, cogollo de caña de azúcar, fue cortado manualmente, transportado y, puesto a orear por un periodo de 24 horas. Luego, se picó con tijeras a un tamaño aproximado de 2 a 3 cm, dejado a orear por un tiempo de 12 horas, para estar disponible para el tratamiento con el aditivo correspondiente.

### **2.3.2. El proceso de ensilaje.**

Los pasos iniciales consistieron en la dilución de la urea (partes iguales), y, en función al nivel de que le correspondía según el tratamiento a asignarse.

A continuación, se pesaron tres kilogramos de cogollo de caña picado, considerando tres repeticiones por cada tratamiento (27 bolsas de 3 kg cada una).

El siguiente paso fue mezclar el cogollo de caña de azúcar con la cantidad que le correspondía de miel de caña de azúcar y urea, extracción del aire a través de una aspiradora doméstica, amarre y sellado de cada bolsa con cinta de embalaje, para garantizar el sellado y el medio anaeróbico al interior de la bolsa.

El material ensilado se almacenó en un ambiente adecuado, aislado, protegido del medio ambiente y por un periodo de 30 días. Cada dos días se fue volteando cada bolsa, individualmente, a fin de evitar que los fluidos que se generen en proceso fermentativo se acumulen en un solo lado y deteriore el material a evaluar. La apertura, bolsa por bolsa, se fue realizando previa identificación de cada repetición y cada tratamiento.

### **2.3.3. Variables en estudio:**

#### **a. Independiente:**

- ✓ Niveles de miel de caña de azúcar (M).
- ✓ Niveles de urea (U).
- ✓ Interacción MU.

#### **b. Dependientes:**

- ✓ Características organolépticas: color, olor y textura.
- ✓ Pérdidas de material ensilado.
- ✓ Bromatología: M.S., PB, FB, grasa, cenizas.
- ✓ Pérdidas de material ensilado.
- ✓ pH.

## **2.3.4. Evaluación de parámetros**

### **2.3.4.1. Características organolépticas:**

✓ Color, olor y textura, en base a la propuesta de Chaverra y Bernal, 2000.

### **2.3.4.2. Pérdidas superficiales**

Al momento de abrir cada bolsa, se separó la fracción que se estimaba como material descompuesto, color blancuzco, propio de hongos, y no corresponder al material evaluable. Se pesó y anotó en el formato respectivo.

### **2.3.4.3. pH y otros análisis viables**

Para la determinación del pH, se pesó 25 gramos del ensilado y sometido a licuación previo agregado de 200 cc de agua destilada, sedimentación, filtrado y lectura del pH.

El análisis bromatológico (MS, PB, FB, EE, cenizas) se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Lambayeque y de acuerdo a los protocolos establecidos.

## **2.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico**

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

$$Y_{ijk} = \mu + T_k + M_i + U_j + (MU)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  : Respuesta asociada al nivel - i del factor (M) y el nivel - j del factor (U).

$\mu$  : Promedio general: parámetro.

$T_k$  : efecto del tratamiento k: parámetro.

$M_i$  : Efecto principal de la miel -i: parámetro.

$U_j$  : Efecto principal de la urea- j: parámetro.

$(MU)_{ij}$  : interacción entre miel - i y urea – j: parámetro.

$E_{ijk}$  : Error al azar o efecto residual, distribuido con media 0 y variancia  $\sigma^2$ .

**Cuadro 1. Esquema del análisis de varianza**

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CM	Fc
Tratamientos	SCt	$T - 1$	$SCt/t-1$	$CMt/CMe$
M (Miel)	SCM	$M - 1$	$SCa/a-1$	$CM/CMe$
U (urea)	SCU	$U - 1$	$SCb/b-1$	$CMu/CMe$
MU (Interacción)	SCMU	$(M-1)(U-1)(n-1)-(t-1)$	$SCab/(a-1)(b-1)$	$CMAB/CMe$
Error Experimental	$SCT - SCt$	$(N-1) - t-1$		
TOTAL	SCT	$N - 1$		

En aquellos análisis que resultaron significativos a la Prueba de F, se aplicó la Prueba de Duncan para establecer las diferencias entre medias de tratamientos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Determinación de la materia seca parcial del ensilado

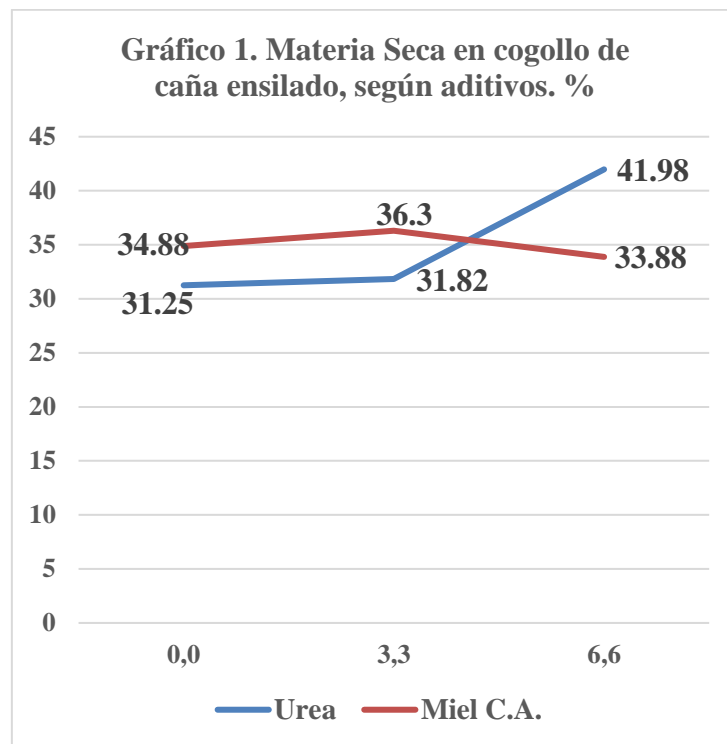
Las determinaciones, respectivas, se exponen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Materia seca de ensilados de cogollo de caña de azúcar**

<b>Urea, %</b> <b>Miel de</b> <b>caña de azúcar</b>	<b>0</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>Promedio</b>
<b>0</b>	33.21	30.81	40.62	<b>34.88<sup>a</sup></b>
<b>3.0</b>	30.88	35.35	42.67	<b>36.30<sup>a</sup></b>
<b>6.0</b>	29.65	29.24	42.67	<b>33.88<sup>a</sup></b>
<b>Promedio</b>	<b>31.25<sup>b</sup></b>	<b>31.82<sup>b</sup></b>	<b>41.98<sup>a</sup></b>	<b>35.02</b>

a, b\_/ Expresan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre medias de tratamientos

El contenido de materia seca, se observa homogénea en casi todas las interacciones de los niveles de urea con miel de caña de azúcar, a excepción de las combinaciones del mayor nivel de urea (6%) con los niveles de la miel de caña 0, 3 y 6%), aun cuando, se observa un menor contenido en MS en ausencia de la miel. Este comportamiento, hace presumir que la acción para un mayor contenido de MS estaría dada por el alto nivel de urea y complementada por la presencia de este aditivo. Gráfico 1.



Al análisis de varianza (1A), no se hallaron diferencias estadísticas, entre promedios, para el factor miel de caña de azúcar, ni para interacción con el factor urea/miel; si se encontraron diferencias estadísticas para urea ( $p < 0.01$ ), e indica que la urea ejerció efecto diferente según su nivel de incorporación.

Comparativamente con la literatura consultada hemos encontrado coincidencias y diferencias con otros estudios, las mismas que están ligadas a la especie forrajera, manejo y otros factores inherentes al proceso de ensilaje.

Somos superiores al estudio de Hurtado (1991), quien con 1%, ensilando avena, obtuvo una materia seca de 29.29%; encontramos discrepancia conceptual con Arredondo (2011), al afirmar que en microsilos de caña de azúcar, picada, con 2.5% de urea, no afectó el nivel de MS del ensilaje, contrario a nuestros hallazgos.

La materia seca obtenida es mayor a lo hallado por Cubas (2019), en su estudio con maralfalfa ensilado con melaza, quien cita niveles de 28.31, 24.92 y 26.76% para 0, 2 y 4%, diferencias esperables por tratarse de dos especies con distinta edad de uso; sin embargo sí somos muy coincidentes en lo estimado por Llatas (2019), también con maralfalfa, ensilado con tubérculos de papa y lactosuero, cuya materia seca fue de 35.51, 35.25 y 35.22% para los niveles de 0, 1.5 y 3% de lactosuero; 33.78, 35.55 y 36.65% en los niveles de 0, 2.5 y 5.0% de tubérculos de papas.

### 3.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de cogollo de caña de azúcar.

#### 3.2.1. Pérdidas y pH

La información, promedios, se muestran en el Cuadro 4.

**Cuadro 3. Pérdidas y pH del ensilado de caña de azúcar, según aditivos**

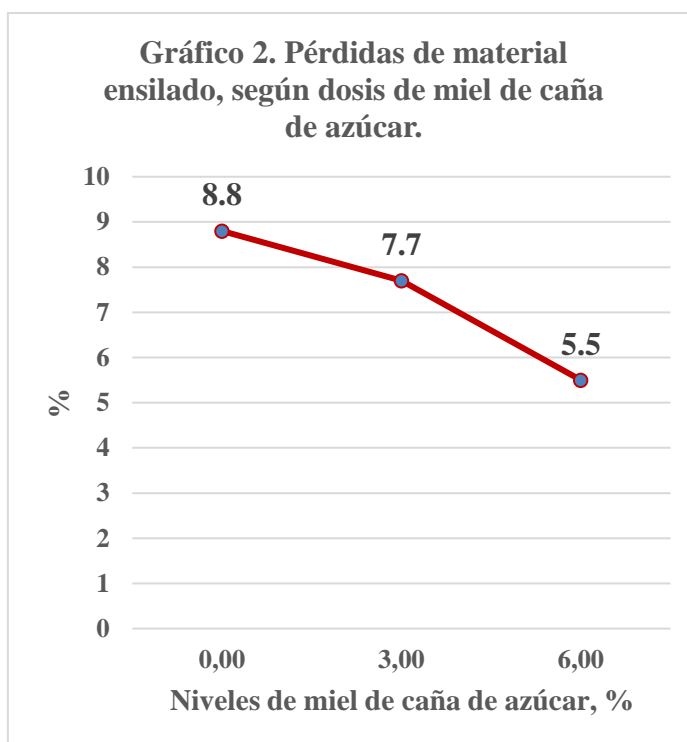
Parámetros	Urea Miel C.A.	0.0	3.0	6.0	Promedio
Pérdidas, %	0.0	08.80	0.0	0.0	---
	3.0	07.70	0.0	0.0	---
	6.0	05.50	0.0	0.0	---
	Promedio	---	---	---	--
pH	0.0	3.16	5.39	5.37	<b>4.77<sup>a</sup></b>
	3.0	1.99	4.98	5.66	<b>4.21<sup>b</sup></b>



	<b>6.0</b>	1.42	4.59	5.48	<b>3.83<sup>c</sup></b>
	<b>Promedio</b>	<b>2.19<sup>a</sup></b>	<b>4.99<sup>b</sup></b>	<b>5.63<sup>b</sup></b>	<b>5.03</b>

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

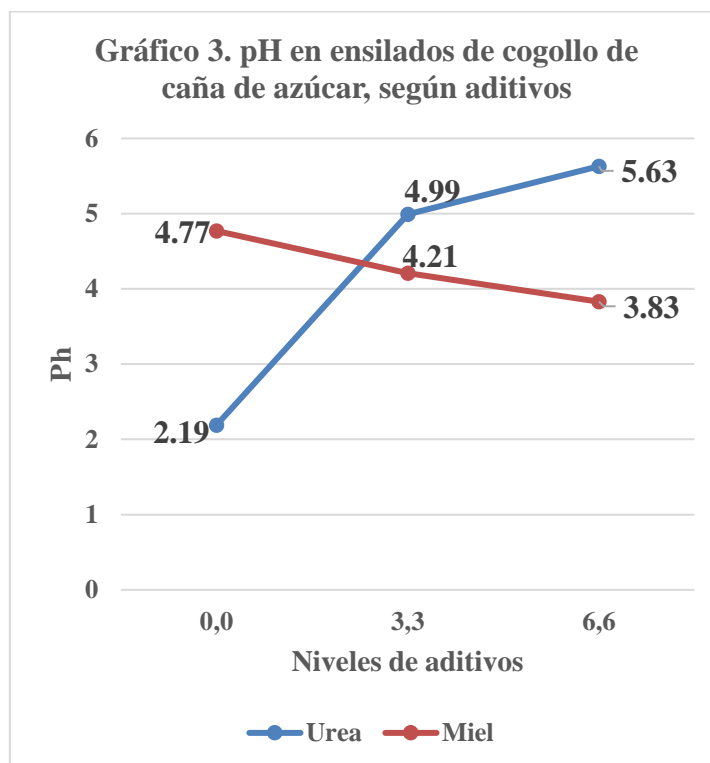
La peculiaridad encontrada en este parámetro (pérdidas de material ensilado) evaluado, es que solamente se registraron pérdidas en los tratamientos con ausencia de urea y en los tres niveles de miel de caña; con el agregado que, fue mayor en el tratamiento que no contenía los aditivos aplicados y luego tiende a descender progresivamente. Gráfico 2.



En la determinación del pH, un indicador muy importante de la calidad del producto ensilado, nos muestra tendencias, promedios, distintos para cada factor evaluado.

La urea, generó un pH ascendente desde cuando no estuvo presente en el ensilado (2.19), aumentó con el nivel de 3% (4.99) y siguió aumentando con el nivel 6% (5.63).

Con la miel de caña de azúcar, sucedió todo lo contrario. En ausencia de miel, el pH fue alto (4.77), disminuyó con 3% (4.21) y continuó bajando con 6% (3.83). Gráfico 3.



En el análisis de varianza para pH (Cuadro 2A), encontraron diferencias estadísticas entre promedios, tanto para urea, miel de caña de azúcar e interacción de ambos factores.

La Prueba de Duncan, demostró, para el caso de la urea, que los tres promedios difieren entre todos.

A su vez, con la Prueba de Duncan, en los niveles de miel de caña de azúcar, también se demuestra que las diferencias estadísticas ocurren entre los tres promedios de pH.

La disminución en pérdidas material ensilado, son sostenidas por Peñagaricano et al. (1977), quienes explican que la fermentación anaeróbica, por bacterias lácticas (*estreptococos* y *lactobacillus*), intervienen sobre los carbohidratos del material vegetal y de esta manera se produce ácido láctico, el cual previene el deterioro del forraje, confirmado por Lobo y Díaz (2001).

En el caso del pH, según Bertoia (2007), se habrían generado ensilajes lácticos o bien fermentados (en los tratamientos sin aditivos o con miel, pero sin urea); ensilajes butíricos (en los tratamientos con altos niveles de urea); también se considera la probabilidad que, sin la incorporación de miel, al no disponerse de carbohidratos solubles (sacarosa), no se logró disminuir el pH (Alaniz, 2008).

En pH, se tendría un logro de material de buena calidad fermentativa, al mostrar nuestros resultados pH en el rango de 3.3 a 4.5, tal como cita Arredondo (2011).

Se han evaluado la urea, el hidróxido de sodio (NaOH) y el maíz a nivel de laboratorio en microsilos para determinar el efecto sobre la MS, extracto etéreo (EE), CEN, PC y la estabilidad aeróbica del ensilaje de caña. En este sentido, las pérdidas de materia seca son mayores en los ensilajes sin aditivos químicos, debido al tipo de fermentación, donde la utilización de alcohol por las bacterias heterofermentativas genera producción de calor, por la actividad microbiana y pérdidas del mismo, por conducción, radiación, convección y evaporación. Estas variables se relacionan directamente con la oxidación de la MS, lo que ocasiona pérdidas en forma de dióxido de carbono (Hill y Leaver, 2002).

Una similitud en pH, se encuentra con Llatas (2019), en cuyo estudio que ensiló la maralfalfa con tubérculos de papa y lactosuero, el pH, para niveles de lactosuero fueron de 3.73, 4.69 y 4.75; y en los niveles de papa fueron de 4.48, 4.05, 4.65.

### 3.2.2. Evaluación organoléptica

En el Cuadro 4 se muestra la información respectiva.

**Cuadro 4. Análisis organoléptico del ensilado de cogollo de caña de azúcar**

Parámetro	U				
	M	0.0	3.0	6.0	Promedio
Color	0.0	E	E	E	Verde aceituna
	3.0	E	E	E	Verde aceituna
	6.0	E	E	E	Verde aceituna
	Prom.	Verde aceituna	Verde aceituna	Verde aceituna	<b>Verde aceituna</b>
Olor	0.0	E	B	R	Agradable, ligero vinagre
	3.0	E	B	R	Agradable, ligero vinagre
	6.0	E	B	R	Agradable ligero vinagre

	<b>Prom.</b>	Miel de fruta	Agradable ligero vinagre	Fuerte, ácido butírico	<b>Agradable, ligero vinagre</b>
Textura	<b>0.0</b>	E	E	E	Contornos continuos
	<b>3.0</b>	E	E	E	Contornos continuos
	<b>6.0</b>	E	E	E	Contornos continuos
	<b>Prom.</b>	Contornos continuos	Contornos continuos	Contornos Continuos	<b>Contornos continuos</b>

El análisis de la información cualitativa, nos permite llegar a ciertas precisiones sobre el efecto que ejercieron los aditivos, en función al nivel aplicado, sobre el color, olor y textura del material que se ensiló.

El color, observado en todos los tratamientos y sus respectivas repeticiones, se mostró homogéneo en todos los tratamientos. Ello, ha permitido darle el calificativo de E (excelente) y que corresponde a un color verde oliva típico del buen ensilaje medido a través del color.

El olor, que tiene mucha importancia para calificar de un modo y rápido a un ensilado, al momento de la apertura del silo, debe merecer mucha concentración y un concepto cabal de lo que se espera percibir a través del olfato. Representa una cualidad muy ligada con el pH alcanzado y por lo tanto, una calificación del olor, con conocimiento de causa, será muy concordante con la acidez que se registre con el pH metro. En el presente estudio, se registró el olor perfecto (E) de un buen ensilaje, para los tres primeros tratamientos; es decir, sin urea y

con los tres niveles crecientes de miel de caña de azúcar. Luego, en los tres tratamientos siguientes (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>), se percibió un olor agradable, ligero a vinagre y que sería una calificación buena (B), es decir, que con la presencia de urea se va desmejorando el olor del ensilado; para luego, con el nivel de 6% de urea, en todas las dosis de la miel de caña de azúcar, tornarse en un olor regular (R), caracterizado por el olor fuerte, a ácido butírico. Según Bertoia (2007), concordando con otro parámetro evaluado y discutido anteriormente, organolépticamente hay total coincidencia de que se habrían logrado ensilajes lácticos o bien fermentados, por ser de color amarillo verdoso, de olor agradable, avinagrado y picante; además de ser de textura. También, nuestros resultados organolépticos, observados a través del olor (aromático, dulzón, agradable, típico del ácido láctico; el color (que debe ser entre verduzco y café claro); y la textura (firme, no debe deshacerse al presionar con los dedos), concuerdan con lo que dicen Reyes et al. (2009). También creemos haber alcanzado un material de buena valoración organoléptica de acuerdo a lo planteado por Arredondo (2011).

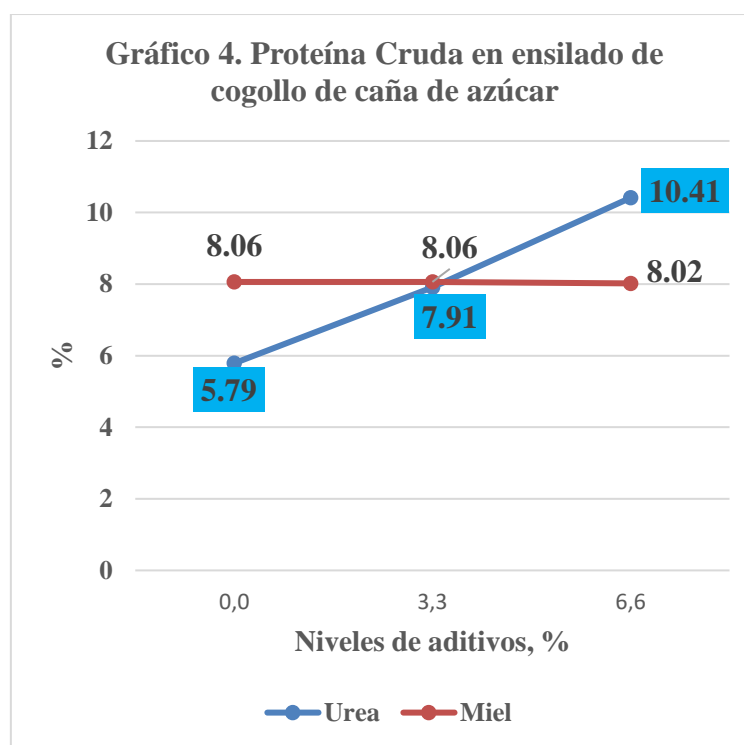
### **3.3. Composición química en ensilados de cogollo de caña de azúcar.**

Los análisis de laboratorio, se han resumido en el Cuadro 5

**Cuadro 5. Componentes químicos del ensilado de cogollo de caña de azúcar (B.S).**

<b>Observaciones</b>	<b>U</b>				
	<b>M</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>Prom.</b>
<b>Proteína cruda, %</b>	<b>0.0</b>	5.88	7.94	10.35	<b>8.06</b>
	<b>3.6</b>	5.85	8.01	10.33	<b>8.06</b>
	<b>6.0</b>	5.63	7.87	10.56	<b>8.02</b>
	<b>Promedio</b>	<b>5.79</b>	<b>7.91</b>	<b>10.41</b>	<b>8.05</b>
<b>Fibra cruda, %</b>	<b>0.0</b>	32.01	30.86	29.37	<b>30.75</b>
	<b>3.0</b>	31.72	30.14	29.09	<b>29.60</b>
	<b>6.0</b>	31.17	29.41	28.21	<b>29.60</b>
	<b>Promedio</b>	<b>31.63</b>	<b>30.14</b>	<b>28.89</b>	<b>24.10</b>
<b>Cenizas, %</b>	<b>0.0</b>	9.33	10.25	12.33	<b>10.64</b>
	<b>3.0</b>	10.05	10.18	12.18	<b>10.80</b>
	<b>6.0</b>	10.01	10.07	12.12	<b>10.73</b>
	<b>Promedio</b>	<b>9.80</b>	<b>10.17</b>	<b>12.21</b>	<b>10.73</b>
<b>Extracto etéreo, %</b>	<b>0.0</b>	2.85	2.69	2.80	<b>2.78</b>
	<b>3.0</b>	2.97	2.88	2.74	<b>2.86</b>
	<b>6.0</b>	3.12	3.08	3.05	<b>2.43</b>
	<b>Promedio</b>	<b>2.98</b>	<b>2.88</b>	<b>2.86</b>	<b>2.91</b>

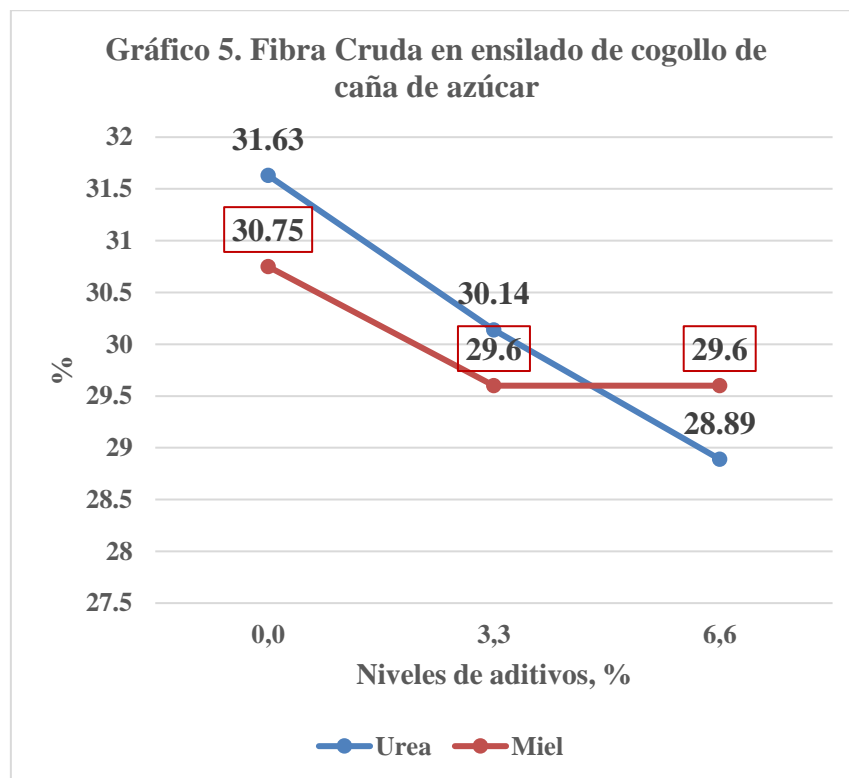
Sobre el contenido de proteína cruda, es interesante observar como la urea, como fuente de N, influyó significativamente en el incremento de proteína. Se observa que la proteína en el cogollo de caña, sin aditivos, posee 5.79%, aumenta a 7.91% con el nivel 2 (36.6% de incremento) y llega a 10.41% con el nivel de 6% de urea (79.8%); sin embargo, cabe precisar que para que haya ocurrido síntesis proteica jugó un rol importante la presencia de la miel de caña de azúcar por ser un carbohidrato fácilmente disponible. Gráfico 4.



Tal como se indicaba, con la urea se habría promovido una síntesis de proteína cruda y posiblemente sostenida por la presencia de carbohidratos solubles de la miel de caña de azúcar.



En el caso de la fibra cruda, también se nota un efecto de la urea, pero en este caso, hacia una disminución posiblemente a nivel de los componentes de la pared celular y que, podría atribuirse a una solubilización de la hemicelulosa. Gráfico 5.



El incremento significativo del producto ensilado, por la adición creciente de urea, es sostenible por la comunicación de Lavezzo (1993), tal como lo asevera Mülbach (2001), quien informa que aditivos de nitrógeno no proteico (NPN), especialmente la urea, al ser agregados a forrajes con valores altos en MS, aumentan el contenido de PB. Lo mismo se refuerza nuestros resultados con la cita de Arredondo (2011), al decir que en microsilos de ensilaje de caña de azúcar, picada, con 2.5% de urea, 2.5% de sulfato de amonio y 1.5% de cloruro de sodio, la urea incrementó el contenido final de PC, disminuyó los valores de FND, FAD y no afectó el nivel de MS del ensilaje.

## IV. CONCLUSIONES

Los resultados expuestos y bajo las condiciones que predominaron en el periodo experimental, se concluye:

1. La materia seca del ensilado de cogollo de caña de azúcar, con miel de caña y urea, se vio incrementada por la fuente de NNP, en tanto que la miel mantuvo ligeramente estable la materia seca.
2. Las pérdidas de material ensilado se presentaron en los tratamientos sin urea y descendieron progresivamente conforme se incrementaba el nivel de miel de caña de azúcar
3. El pH del ensilado descendía conforme se aumentaba la dosis de miel de caña, e inversamente aumentaba con los niveles crecientes de urea
4. La urea incrementó significativamente el contenido de proteína cruda, en tanto que la miel mantuvo estable
5. La fibra cruda, extracto etéreo y cenizas, corresponde a valores típicos de este tipo de forrajes

## **V. RECOMENDACIONES**

De los resultados mostrados, se recomienda:

1. Admitir como una alternativa válida el empleo de miel de caña de azúcar para generar un producto ensilado, cogollo de caña de azúcar de tan alta disponibilidad en la región Lambayeque.
2. Aplicar, por ahora, en función a la disponibilidad de miel de caña de azúcar el nivel de 6% por minimizar las pérdidas de material ensilado, generar un pH ácido propio de una generación láctica.
3. Considerar la urea como una óptima fuente de NNP al promover una mejora significativa de la proteína en el producto ensilado
4. Propiciar mayores estudios acerca de un mayor y mejor uso del cogollo de caña de azúcar por ser un gran potencial en la región Lambayeque y otras donde el cultivo de caña de azúcar sea significativo.

## **VI.- BIBLIOGRAFÍA**

- ADAM, N., M. CONLEY, J. MACORO, J. VOLIN & WAND, S. (2001). C4 Plantas (Water use Efficiency)
- 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.
- ALEXSANDER. (1985). La alternativa energética de la caña. Amsterdam: Elsevier Science Publisher
- ÁLVAREZ, F. (1988). Experiencia con la caña de azúcar integral en la alimentación animal en México. FAO. Animal Production and Health Paper. <http://www.fao.org/docrep/>
- ARREDONDO, L. (2011). Evaluación del efecto de tres diferentes aditivos sobre parámetros de valor nutricional del ensilaje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en condiciones tropicales. Tesis Ingeniería en Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 62 pp.
- BALIEIRO, G., G. SIQUEIRA, R. REIS, J. NOGUEIRA, M. ROTH, e A. ROTH. (2007). Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de canade-açúcar. R. Bras. Zootec. 36:1231-1239. doi:10.1590/s1516-35
- 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.

- BANKO, C. (2005). La industria azucarera en México y Venezuela. Un estudio comparativo. Carta Económica Regional 17(92): 41-54
- BASTIDAS, L., R. RAMÓN, O. DE SOUSA, A. VALLE, y V. JESÚS. (2010). Calidad forrajera de cinco variedades de azúcar en Santa Cruz de Bucaral, Estado Falcón, Venezuela. Rev. Estud. Transdiscip. 2(2):63-75.
- BERNAL, J. (1994). Pastos y forrajes tropicales. 3a ed. Bogotá, Colombia: Buda. 569 p.
- BERTOIA, L. 2007. Algunos conceptos sobre ensilaje. [www. engormix.com/algunos \\_](http://www.engormix.com/algunos_)
- BOLSEN, K. 1999. Silage management in North America in the 1990s. p. 233-244, in:
- 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.
- CANEQUE, M. y J. SACHA. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260. 54
- CAVALI, J., O. GOMES, S. VALADARES, E. SANTOS, G. PINTO, M. SANTOS, M. OLIVEIRA, and J. HUBACK. (2010). Bromatological and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with calcium oxide. R. Bras. Zootec. 39:1398-1408. doi:10.1590/S1516-3598
- CENGICAÑA. (2010). La caña de azúcar. Colombia. <https://cengicana.org/files/.pdf>
- CHÁVEZ, M. (2008). Uso de la caña de azúcar como forraje. Ventana Lechera 10(3):45-51.
- CHIZZOTTI, F., O. PEREIRA, S. VALADARES, M. CHIZZOTTI, R. RODRIGUES, L. TEDESCHI, and T. SILVA. (2015). Does sugar cane ensiled with calcium oxide affect intake, digestibility, performance, and microbial efficiency in beef cattle? Anim. Feed Sci. Technol. 203:23-32.

- CUBAS, W. 2019. Análisis sensorial y químico de la maralfalfa (*pennisetum sp*) ensilada con melaza y lactosuero. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 58 pp.
- CUSUMANO, C. C. ARAGÓN y G. NIEVA. (2016). Miel de caña: un producto con identificación en Simoca – Tucumán. INTA- Sociología Agraria, Argentina. 7 pp
- DELGADO, S. (2012). Evaluación de dos complejos enzimáticos fibrolíticos comerciales sobre la digestibilidad y la cinética de digestión en el cogollo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Para optar el título de médico veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- ECOFYS GMBH. (2013). Informe sobre la generación de energía a base de residuos agrícolas. Lima.
- ELIZALDE, L. (2015). Mejoramiento de la rentabilidad con diversificación de sub-productos de la caña de azúcar, en Chaguarpamba. Loja. Tesis de grado de Economista Agropecuario. Universidad técnica de Machala. Ecuador. 60 pp.
- FERNÁNDEZ, M. (1999). Aditivos para los ensilajes, Sitio Argentino de Producción Animal Cap. II. 12-13. EEA, INTA. 2 pp.
- FERNÁNDEZ, M. y C. GÓMEZ. (2010). Utilización de forrajes no tradicionales: cogollo fresco de caña de azúcar en la alimentación de vacas lecheras. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/produccion>.
- FERNÁNDEZ, Y., R. PEDRAZA, A. LLANES, Y. BAÑOS, I. TORRES, J. MONTALVÁN, y Y. ORTEGA. (2018). Indicadores de la composición química en caña de azúcar según edad de rebrote, cultivar y fracción de la planta. Rev. Prod. Anim. 30(1):1-7.

- FERREIRO, H. T. PRESTON & T. SUTHERLAND. (1977). Limitaciones dietéticas en raciones basadas en caña de azúcar. *Producción Animal Tropical*, 2:58-63.
- FIGUEROA. V. (1989). Experiencias cubanas en el uso de las mieles de caña para la alimentación porcina, Instituto de Investigaciones Porcina, Punta Brava, La Habana, Cuba. Taller de Alimentación Animal GEPLACEA, Cali, Colombia.
- GADO, H., A. SALEM, P. ROBINSON, M. HASSAN. (2009). Influence of exogenous enzymes on nutrient digestibility, extent of ruminal fermentation as well as milk production and composition in dairy cows. *Anim Feed Sci Tech* 154: 36-46.
- GALINA, M., M. GUERRERO & C. PUGA. (2007). Fattening Pelibuey lambs with sugarcane tops and corn complemented with or without slow intake urea supplement. *Small Ruminant Res.* 70:101
- GALLARDO M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, [aapresid.org.ar](http://aapresid.org.ar). EEA INTA Rafaela-Santa Fe, p. 51-61.
- GARCÍA, H., L. ALBARRACÍN, A. TOSCANO, N. SANTANA y O. INSUASTI. (2007). Guía Tecnológica para el Manejo Integral del Sistema Productivo de la Caña Panelera en Alimentación Animal. CORPOIC-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, Colombia. 77 pp.
- GARCÍA, H., M. ABREU, P. SOTO. (2008). Digestión de residuos de la cosecha cañera tratados con hidróxido de sodio. Determinación de la digestibilidad in situ REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria* 9 (11): 1-8

- GONZÁLEZ, R. (1995). Contribución al estudio de los factores que limitan el consumo de forraje de caña de azúcar integral por los bovinos. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- HILL, J., and J. LEAVER. (2002). Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Anim. Feed Sci. Technol.* 102:181-195. doi:10.1016/S0377-8401(02)00258-4
- HURTADO, A. (1991). Efecto de tres tipos de aditivos en la elaboración de ensilaje de avena y prueba de palatabilidad con vacunos, ovinos y alpacas. Tesis presentada a la UNA para optar el grado de Ingeniero Agrónomo, Puno, Perú.
- INEI. 2017. Producción Nacional: diciembre 2016. Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2010). Tecnologías Llave en Mano, División Pecuaria. Unión ganadera regional de Jalisco. [http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com\\_content&view=article&id=123&Itemid=1](http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=1)
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2009). Caña de azúcar. Proyecto lechero, Centro Regional INTA Santa Fe. <http://www.produccionbovina.com/>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2009). Caña de azúcar. Proyecto lechero, Centro Regional INTA Santa Fe. Consultado 6 abr 2010. <http://www.produccionbovina.com/>
- JOBIM, C. y G. GONÇALVES. (2003). Microbiología 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.



- JOHNSSON 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.
- 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.
- LAVEZZO, W. (1993). Ensilagem do capim elefante. In: A.M Peixoto *et al.* (eds) Anais do 10º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, Brasil.
- LEÓN, T. (2013). Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. Cuba.
- LEWIS, G., W. SANCHEZ, C. HUNT, M. GUY, G. PRITCHARD, B. SWANSON, R. TREACHER. (1999). Effect of direct fed fibrolytic enzymes on the lactational performance of dairy cows. J Dairy Sci 82: 611-617.
- LLATAS, M. (2019). Análisis sensorial y químico de maralfalfa (*pennisetum sp.*) ensilada con tubérculos de papa y lactosuero, Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 48 pp.
- LOBO, M y DÍAZ, O. (2001). Agrostología. 1ª Edición. San José, Costa Rica. EUNED. 176 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>.

- MARTÍN, P. (2005). El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39: 427-438.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA y RIEGO. (2013). Caña de Azúcar-cadena agroproductiva. Lima: Dirección de Información Agraria.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2015). Sector agrario - Azúcar. Obtenido de <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos>
- MOLINA, A. (1990). Potencial forrajero de la caña de azúcar para la ceba de ganado bovino. En: Producción de carne en el trópico. EDICA. La Habana. 225 pp
- MOORE, I. (1968). "Ensilado y Henificación". Edit. Acribia, Zaragoza, España.
- MORENO, F. (2007). La caña panelera (*Saccharum officinarum*) en la alimentación del ganado. Seminario de pastos
- 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.
- ORTA, V. (2016). Cogollo de caña de azúcar pre digerido y suplementado como alternativa alimenticia sustentable para becerras de reemplazo de la raza jersey. Tesis de Maestría en tecnología avanzada. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Altamira, México.
- PACHÓN, F., G. TOVAR, N. URBINA, y N. MARTÍNEZ. (2005). Uso de subproductos de caña panelera como suplemento alimenticio para ganado bovino y para evitar la contaminación ambiental. Rev. Med. Vet. Zootec. 52:79-90.

- PADILLA, J. & J. CORREA. (1990). Manual de los derivados de la caña de azúcar. (G. d. caribe, Ed.) Habana, Cuba.
- PADRÓN, E. (2009). Diseños Experimentales, con aplicación a la agricultura y ganadería, Editorial Trillas, 2da. Edición, Médico, D.F. 224 pp.
- PÁDUA, F., C. FONTES, J. ALMEIDA, B. DEMINICIS, L. ALMEIDA, O. NETO, and V. OLIVEIRA. (2014). Fermentation characteristics of silage of sugar cane treated with calcium oxide, *Lactobacillus buchneri* and their associations. *Am. J. Plant Sci.* 5:636-646.
- PARSI, J., L. GODIO, R. MIAZZO, R. MAFFIOLI, A. ECHEVARRÍA y P. PROVENSALE. (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., W. ARIAS, N. LLANEZA. (1977). Ensilaje. Manejo y Utilización de las reservas forrajeras. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 344 p.
- PEDROSO, A.F., L.G. NUSSIO, D.R. SANTANA, S.F. PAZIANI, J.L. RIBEIRO, L.J. MARI, and J. HORII. (2008). Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. *Sci. Agric.* 56:589-594.
- POZO, C. (2011). Efecto del suministro de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cosechada en tres diferentes edades en el levante de novillas. Tesis de Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida. Sangolquí, Ecuador. p. 139
- PROCAÑA. ORG. (2016). Subproductos y derivados de la caña de azúcar, Tucumán, Argentina. 12 pp.

- RAMÍREZ, E. 1999. Aditivos en la confección de silaje. Producción Animal. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. : <http://www.producción-animal>.
- RAMÍREZ, H., A. SALCEDO, E. BRIONES, F. LUCERO, A. CÁRDENAS, C. MARCOF, y J. MARTÍNEZ. (2014). Rendimiento, caracterización morfológica y bromatológica de la punta de caña de azúcar en la Huasteca Potosina, México. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 48:411-415.
- RAMÍREZ, M. (2008). Servicio holandés de cooperación al desarrollo. Honduras. Disponible en: [www.teca.fao.org](http://www.teca.fao.org).
- REYES, J., O. MONTAÑEZ, C. GUERRA, y J. PALMA. (2014). Efecto del ensilado de caña de azúcar en los parámetros productivos de vaquillas Holstein-Friesian para reemplazo. Rev. MVZ Córdoba 19:3962-3969.
- RIVERA, L. (2002). Manual de producción de caña de azúcar. Honduras. Rivera, N. A. (2010-2015). Ficha Técnica del cultivo de Caña de Azúcar. México: Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos.
- RODRÍGUEZ, M. (2009). En vez de una quema letal la alternativa del corte blanco en caña. Agronoticias. Perú. Edición 348. Año XXXI. 38-41.
- ROCA, A., G. CAIO, E. OLIVARES, L. BARBOSA. (2006). Caracterización del bagazo de la caña de azúcar. Parte I: características físicas. In Proceedings of the 6° Encontro de Energia no Meio Rural, 2006, Campinas (SP, Brazil).
- RODRÍGUEZ, P., F. MARTÍN, A. ENRÍQUEZ, L. SARDUY. (2009). Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 43(3): 231-234.

- SABORÍO, M. (2008). Ensilajes en la alimentación de rumiantes. Universidad de Costa Rica facultad de ciencias alimentarias. Consultado 29 mar 2010. Disponible en <http://www.ecag.ac.cr/revista/ecag46/nota16.html>
- SAGARPA. (2015). Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar (*saccharum officinarum*, L.), Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, México. 19 pp.
- SANTOS, W., T. CARVALHO, C. CAVALCANTI, A. ESPINDOLA, S. MESQUITA, A. NEVES y B. ARAÚJO. (2014). Características y estabilidad aeróbica de ensilajes de caña de azúcar, tratada con urea, NaOH y maíz. Pastos y Forrajes 37(2):182-190.
- SILVA, M. (2001). Novos Microelementos Minerais e Minerais Quelatados na Nutrição de Bovinos. Embrapa. Documentos 119. Brasil. 22 pp.
- SUTTON J., R. PHIPPS, D. BEEVER, D. HUMPHRIES, G. HARTNELL, J. VICINI, D. HARD. (2003). Effect of method of application of a fibrolytic enzyme product on digestive processes and milk production in Holstein-Friesian cows. J Dairy Sci 86: 546-556.
- TORRES, M. (2006). Uso de la caña de azúcar como parte de la ración para engorde de ganado. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica. San José, Costa Rica. 2: 865
- 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.

WOOLFORD, M. 1984. The Silage Fermentation. Marcel Dekker.

YANG, W., K. BEAUCHEMIN, L. RODE. (2000). A comparison of methods of adding fibrolytic enzymes to lactating cow diets. J Dairy Sci 83: 2512-2520.

## ANEXOS

**Cuadro 1A. Análisis de varianza del contenido de materia seca en el ensilado**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. CUADRADOS</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
M (miel de caña)	26.6668	2	13.3	1.54	
U (urea)	656.6942	2	328.4	37.9	* *
MU	60.6257	4	15.2	1.75	N S
Error experimental	156.0799	18	8.7		N S
Total	900.0666	26			

C.V.: 8.41%

**DUNCAN:**

**Urea: Niveles**

**6<sup>a</sup>   2<sup>b</sup>   0<sup>b</sup>**

**Cuadro 2A. Análisis de varianza para pH del ensilado de cogollo de caña de azúcar**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. CUADRADOS</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
M (miel de caña)	4.0373	2	2.02	336.7	* *
U (urea)	60.3428	2	30.20	5003.3	* *
MU	1.7505	4	0.44	73.3	* *
Error experimental	0.1159	18	0.006		
Total	66.2465	26			

C.V. = 5.74%

**DUNCAN:**

**Urea: Niveles**

<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>5.63<sup>a</sup></b>	<b>4.99<sup>b</sup></b>	<b>5.63<sup>c</sup></b>

**Miel: Niveles**

<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>4.77<sup>a</sup></b>	<b>4.21<sup>b</sup></b>	<b>3.83<sup>c</sup></b>



# Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de Azúcar (Saccharum officinarum) con dos aditivos

por David Jhonatan Rodriguez Salazar

entrega: 03-abr-2022 06:53p.m. (UTC-0500)

Id de la entrega: 1800596990

el archivo: TESIS\_DAVID\_RODRIGUEZ\_SALAZAR\_Recuperado.docx (224.34K)

Palabras: 12867

Caracteres: 67411

  
Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc.  
Asesor

# Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogollo de caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) con dos aditivos

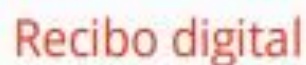
## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://bibliodigital.tec.ac.cr">bibliodigital.tec.ac.cr</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.revistas.unitru.edu.pe">www.revistas.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unemi.edu.ec">repositorio.unemi.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://www.uco.es">www.uco.es</a> Fuente de Internet	

Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc.  
Asesor



La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	David Jhonatan Rodriguez Salazar
Título del ejercicio:	Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogoll...
Título de la entrega:	Análisis bromatológico, sensorial y pH del ensilado de cogoll...
Nombre del archivo:	TESIS_DAVID_RODRIGUEZ_SALAZAR_Recuperado.docx
Tamaño del archivo:	224.34K
Total páginas:	55
Total de palabras:	12,867
Total de caracteres:	67,411
Fecha de entrega:	03-abr.-2022 06:53p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1800596990

