



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ZOOTECNIA**

**“Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero”**

**TESIS**

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

**AUTOR**

**Br. Denis Manuel Chapoñan Cuzo**

**ASESOR**

**M. Sc. Alejandro Flores Paiva**

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

**Lambayeque, 12 de setiembre de 2024**

**Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de  
caña de azúcar y lactosuero**

**TESIS**


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

**AUTOR**

**Br. Denis Manuel Chapoñan Cuzo**



.....  
**Ing. Sergio Rafael Bernardo, Del Carpio Hernández M.Sc.**  
**Presidente**



.....  
**Ing. Beatriz Del Pilar, Colter Apaza M.Sc.**  
**Secretario**



.....  
**Ing. Allan Joel, Arriola Vega**  
**Vocal**



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

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Denis Chapoñán Cuzo, investigador principal, e Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc. asesor del trabajo de investigación Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero, 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, setiembre de 2024.



---

Bach. Denis Chapoñán Cuzo  
Investigador



---

I.Z. Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc  
Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL**  
**N.º 007- 2024/FIZ**




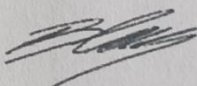
Siendo las 12:30 pm del día jueves 12 de septiembre de 2024, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 142-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 02 de septiembre de 2024, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "CALIDAD Y COMPOSICION QUIMICA EN ENSILADO DE MAIZ CHALA, CON MIEL DE CAÑA DE AZUCAR Y LACTOSUERO", presentado por el bachiller DENIS MANUEL CHAPOÑAN CUZO, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/vhm-ujsu-wqj?hs=224> los miembros de jurado designados con Resolución N° 018-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 12 de FEBRERO de 2024: Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández M. Sc. (presidente); Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc. (secretaria); Ing. Allan Joel Ariola Vega, M. Sc., (Vocal) e Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc. (Patrocinador) para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 042-2024-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 12 de abril de 2024.

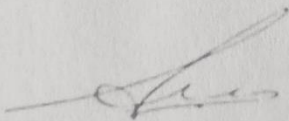
Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado y participación de los señores asesores, los miembros de jurado se reunieron vía plataforma virtual <https://meet.google.com/kkg-kchy-itg> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "CALIDAD Y COMPOSICION QUIMICA EN ENSILADO DE MAIZ CHALA, CON MIEL DE CAÑA DE AZUCAR Y LACTOSUERO", presentado por el bachiller DENIS MANUEL CHAPOÑAN CUZO, habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de equivalente al calificativo de BUENO


Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia DENIS MANUEL CHAPOÑAN CUZO; 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 13:38 pm se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

  
Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc.  
PRESIDENTE

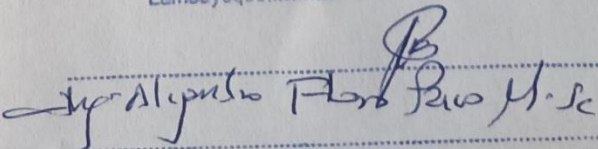
  
Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.  
SECRETARIA

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

  
Ing. Alejandro Flores Paiva, M Sc.  
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
La presente es copia fiel del original a la que me remito  
en caso necesario

Lambayeque, 02 de Octubre del 2024

  
DENIS MANUEL CHAPOÑAN CUZO  
FEDATARIO

## **DEDICATORIA:**

**DIOS, mi creador, por darme la vida y ser mi guía espiritual en el recorrer del camino que él me ha señalado. A MIS PADRES: MIGUEL CHAPOÑAN PISCOYA y JUANA CUZO CAJUSOL.**

**Porque su amor infinito, fortaleza, honradez, trabajo y demás dones que Dios les brindó, representaron en mi niñez, en mi adolescencia y siempre, la fuerza que me ha permitido y motivarán para triunfar.**

**A mis hermanos: Alex Joel, Deybi Miguel, Robert Anthony y Melissa Johana Chapoñan cuzo, con quienes compartimos desde nuestra niñez, los sueños de un futuro mejor y mutuamente fuimos el soporte para vencer los retos que la vida nos planteamos y por qué siempre unidos hemos respondido al anhelo de nuestros padres. SER TRIUNFADORES.**

***Denis Manuel Chapoñan cuzo***

## **ADRADECIMIENTO A:**

**Ing. Alejandro Flores Paiva, asesor de mi tesis, por su amistad su apoyo permanente en mi formación profesional y para culminar exitosamente mi tesis**

**A los docentes que durante mi carrera universitaria me brindaron una amistad sincera, un cúmulo de conocimientos y me prepararon para afrontar con firmeza el desempeño de mi noble profesión de la ingeniería zootecnia**

### **A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS UNIVERSITARIOS:**

**Porque fuimos una gran familia con quienes compartimos aulas, laboratorios, campo y el duro trabajo que significó llegar a ser profesionales éxitos y hombres de bien.**

***Denis Manuel Chapoñan cuzo***

## Contenido

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	i
INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. El maíz chala, generalidades, rendimiento, valor nutritivo.....	3
1.2. Ensilajes de maíz chala.....	6
1.3. Los aditivos en el ensilaje.....	11
II. MATERIALES y MÉTODOS.....	14
2.1. Localización del experimento y su duración.....	14
2.2. Materiales empleados y evaluados.....	14
2.2.1. Tratamientos experimentales.....	14
2.2.2. Material de evaluación. El maíz chala y aditivos.....	15
2.2.3. Otros materiales y equipos.....	15
2.3. Metodología experimental.....	16
2.3.1. Recolección y procesos previos del maíz chala.....	16
2.3.2. El proceso del ensilaje.....	16
2.3.3. Variables en estudio.....	17
2.3.4. Evaluación de parámetros.....	17
2.3.4.1. Características sensoriales.....	17
2.3.4.2. Pérdidas.....	18
2.3.4.3. pH y análisis químico.....	18
2.3.4.4. Diseño experimental y análisis estadístico.....	18
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
3.1. Contenido de materia seca del ensilado.....	20
3.2. pH, pérdidas y análisis sensorial en el ensilado de maíz chala.....	21
3.3. Composición química del maíz chala ensilado.....	25
3.3.1. Proteína cruda.....	25
3.3.2. Fibra cruda.....	26
IV. CONCLUSIONES.....	29
V. RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXOS.....	35

## **Índice de tablas**

	<b>Pág.</b>
1. Esquema del análisis de varianza.....	19
2. Materia seca, parcial, de ensilado de maíz chala.....	20
3. Pérdidas y pH del ensilado de maíz chala, según aditivos.....	21
4. Análisis sensorial del ensilado de maíz chala, según aditivos.....	24
5. Componentes químicos del maíz chala ensilado, según aditivos.....	26

## **INDICE DE GRÁFICOS**

1. Materia seca en ensilado de maíz chala, %.....	20
2. pH en ensilado de maíz chala, según aditivos.....	22
4. Contenido de PC en ensilado de maíz chala, según aditivos.....	26
5. Contenido de FC, en ensilado de maíz chala.....	27

## **CONTENIDO DEL ANEXO**

1A. Análisis de varianza del contenido de materia seca en el ensilado de chala.	36
2A. Análisis de varianza para pH del ensilado.....	36



# **Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero**

## **Resumen**

Maíz chala, estado lechoso, en un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3 (0, 3.0 y 6% de lactosuero y con 0, 3.0 y 6% de miel de caña de azúcar), ensilados en microsilos, luego de 30 días de fermentación anaeróbica fueron evaluados en su contenido de materia seca, pH, características sensoriales y composición química. La materia seca, según el nivel de miel, independiente del nivel de lactosuero, fueron de 28.44, 29.25 y 28.81% para los niveles de 0, 3. y 6%; y de 29.03, 28.48 y 28.88% en los niveles de 0, 3.0 y 6.0% de lactosuero. El pH, para miel con 0, 3. y 6% fueron de 4.04, 3.90 y 3.89; con promedios, para lactosuero de 3.99, 3.93 y 3.93. El color fue verde oliva (excelente) en todos los tratamientos; olor a fruta madura (excelente), textura con un calificativo de excelente. En promedio, la proteína fue de 8.80, 8.68 y 9.10% en los niveles de 0, 3.0 y 6.0% de miel; 8.74, 8.86 y 8.98% para los niveles de 0, 3.0 y 6.0% de lactosa. La fibra cruda fue de 26.52, 26.90 y 28.00%, según los niveles de miel de caña de azúcar y de 27.35, 26.96 y 27.11% en los niveles de lactosuero. En el mismo orden de aditivos, las cenizas, fueron de 11.28, 9.16 y 8.25%; 7.59, 12.42 y 8.67%.

**Palabras claves:** Maíz chala, miel de caña de azúcar, lactosuero, ensilaje.

# **Quality and chemical composition in chala corn silage, with sugar cane honey and whey**

## **Abstract**

Chala corn, milky state, in a completely randomized experimental design, with a 3 x 3 factorial arrangement (0, 3.0 and 6% whey and with 0, 3.0 and 6% sugar cane honey), ensiled in microsilos, after 30 days of anaerobic fermentation, they were evaluated for their dry matter content, pH, sensory characteristics and chemical composition. The dry matter, according to the level of honey, independent of the level of whey, were 28.44, 29.25 and 28.81% for the levels of 0, 3. and 6%; and 29.03, 28.48 and 28.88% at the levels of 0, 3.0 and 6.0% whey. The pH for honey with 0, 3. and 6% were 4.04, 3.90 and 3.89; with averages for whey of 3.99, 3.93 and 3.93. The color was olive green (excellent) in all treatments; smell of ripe fruit (excellent), texture with a qualification of excellent. On average, protein was 8.80, 8.68, and 9.10% at the 0, 3.0, and 6.0% honey levels; 8.74, 8.86 and 8.98% for levels of 0, 3.0 and 6.0% lactose. Crude fiber was 26.52, 26.90 and 28.00%, according to the sugar cane honey levels and 27.35, 26.96 and 27.11% in the whey levels. In the same order of additives, ashes were 11.28, 9.16 and 8.25%; 7.59, 12.42 and 8.67%.

**Keywords:** Chala corn, sugar cane honey, whey, silage

## INTRODUCCIÓN

La industria láctea, leche fresca, ha experimentado una mejora relevante gracias a plantas de industrias lácteas, Gloria y Nestlé, programa Vaso de Leche, y el empleo en dulcerías y la venta directa a los hogares, lo que ha generado que los establos proliferen en zonas cercanas al casco urbano de Chiclayo y otras ciudades del departamento. Se informa la existencia de cerca de 20000, cuyo promedio oscila alrededor de 25 litros/vaca/día; un productor invierte más o menos S/20/animal, en la compra de insumos generalmente importados, soya, por ejemplo, para adquirir torta de soya, y otros ingredientes y que influyen significativamente en el costo de producción; escasa producción forrajera, que no alcanza a cubrir lo requerido y donde el productor lechero no tiene su piso forrajero y depende del proveedor.

Sin embargo, se reconocen zonas agrícolas, donde se siembra y produce el maíz chala, que se abastecen a los establos, que no tiene la posibilidad de conservarlo y garantizar un precio adecuado. Posiblemente el problema radique en el desconocimiento de las alternativas tecnológicas de conservación de forrajes.

Si existen áreas que pueden ser ampliadas si es que capacita a los productores para que sus excedentes de producción lo conserven y garanticen una oferta más estable y rentable a los productores lecheros de la región Lambayeque, ***¿podrá el ensilado del maíz chala excedente ser una solución a la variable oferta de este insumo fresco diario y garantiza una disponibilidad permanente de dicho recurso?***

Ello, permitió plantear como hipótesis de trabajo que “el maíz chala micro ensilado con melaza de caña de azúcar y lactosuero, mostrará cualidades organolépticas, mínimas pérdidas y adecuada

composición química al momento de su apertura y presentarlo como una alternativa de uso en la explotación lechera de Lambayeque.

Se plantearon alcanzar los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- ✓ Mostrar que la técnica del microsilo genera información válida para aplicar a nivel de productor lechero en Lambayeque.

**Objetivos específicos:**

- ✓ Analizar pérdidas de material ensilado, pH, características sensoriales y componentes químicos del ensilado, según aditivo aplicado.

## **I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. El maíz chala. Generalidades, rendimientos, valor nutritivo**

**REINO:** Plantae

**DIVISIÓN:** Magnoliophyta

**CLASE:** Liliopsida

**ORDEN:** Poales

**FAMILIA:** Poaceae

**TRIBU:** Andropogoneae

**GÉNERO:** Zea

**ESPECIE:** Zea mays

Fuente: Guirola, 2016

Cañeque (1998), indica que el contenido Materia Seca (MS) de la planta entera aumenta con la edad pasando de un 14-16% en la floración a un 33-35% en el estado vítreo del grano. Ello es debido en especial al aumento en la proporción de espiga en la planta, que a su vez posee un elevado contenido de MS. La espiga con sus envolturas pasa a ser un 20-25% de la MS en el momento de la floración hasta un 60-70% en el estado vítreo, debido a la mayor importancia del grano que llega a construir el 45-55% de la materia seca de la planta. Los tallos y hojas por el contrario van perdiendo importancia con el avance del estado vegetativo.

Manterola y Mira (1999), refieren que el maíz chala posee escasa proteína (4.5% de PB); pared celular con más hemicelulosa que celulosa y al ser bajo en lignina permite una mayor

digestibilidad que las pajas de cereales, es más rico en carbohidratos solubles, mayor valor energético que los residuos de cosechas (1.69 a 2.1 Mcal/kg MS).

Salvador (2001), asegura que Esta planta es un pasto mayor, de los domesticados, originario de México; se emplea el grano ya la parte aérea, los que son el sustento para la fabricación de distintos nutrientes en humanos y en otros animales, en la farmacia y manufacturas.

Mayta (s.f.), lo señala como un cultivo forrajero se suma utilidad para los productores, biomasa excelente para ensilar, mejor aún en cuencas lecheras por ser ahí donde se necesita una fuente de biomasa forrajera con altos rendimientos. Se calcula, una producción entre 8 y 10 ton/ha de M.S., que podría ser de 50 ton/ha en base fresca. Su materia seca va de 12 a 14% en suelos ligeros, 18 a 20% si se colecta tardíamente sobre suelos áridos; en ensilados está entre 25 35%, rico en fracciones no proteicas, reducido en proteína, bajo en Ca, P, no es rico como debería ser, en vitaminas a excepción de beta carotenos.

Mena (2010), al evaluar 4 híbridos de maíz forrajero, de 194 días de edad, halló una materia seca inferior a 30% (24.31%); 39G12 tuvo mayor altura (3.11m); todos tenían mínimo una mazorca/planta, medias para FDN y FDA de 52,98% y 29,88% correspondientemente, un rendimiento de 65.385 kg MV/ha, y una PC entre 7.25 y 7.70%.

Según Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra ENIS (2019) indica que las regiones que incrementan sus intenciones de siembra de maíz forrajera, respecto a la campaña 2018-2019 son: La Libertad que será mayor en 1 mil ha (39.1%), Lambayeque que aumentará en 0.9 mil ha (64.2%) y Ancash que será superior en 0.6 mil ha (68.6%); de otro lado disminuirían en Arequipa que decrecerá en 1.1 mil ha menos (-8.5%) y Lima que será menor en 0.5 mil ha (-5.9%).

INIA (2010) indica que, a través del Programa Nacional de Innovación en Maíz, pone en conocimiento a los ganaderos, la variedad sintética desarrollado con aptitud forrajera, INIA 617-Chuska de amplia adaptación en la costa norte. En los resultados de evaluaciones en 13 localidades de la costa, se han encontrado rendimientos promedio de forraje de 95 t/ha, con épocas de corte de 93 días en verano y 110 días en invierno.

El maíz como alimento forrajero posee ciertas ventajas: bajo costo de producción, el cultivo establecido ocupa menor tiempo en el terreno y el forraje obtenido por lo general es ensilado para utilizarse en épocas escasos de alimento para los animales. Asimismo, cuando se consume la planta completa de maíz como forraje, es mayor que otras especies forrajeras por su rendimiento medio en materia seca (M.S) y contenido nutritivos digestibles por hectárea (Alviz, 2015).

En la Estación Experimental de Huambo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú, se evaluó el rendimiento forrajero de dos híbridos de maíz chala de las variedades marginal (T-28) y chusca (INIA-617). A los 109 días de crecimiento se obtuvo el mayor rendimiento de forraje verde (FV) de la variedad chusca de 57 Tm/ha. El mayor rendimiento de materia seca (MS) a los 122 días fue de 15 Tm/ha para marginal. Referente al contenido nutricional en proteína (PT) mostró un mayor rendimiento a los 109 días con 13,32% para la variedad marginal. A los 122 días de crecimiento fue mayor el contenido de fibra de detergente neutra (FDN) 63,69% para la variedad marginal y fibra de detergente ácida (FDA) 37,31% para la variedad chusca. Todas las variables evaluadas, no mostraron diferencia significativa entre variedades y arreglos de siembra (Vásquez, et al., 2016).

Feliciano (2017) en la tesis “niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays*.L) variedad Chuska bajo las condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna

2017". Los resultados indica los siguientes: en la altura de planta, los tratamientos se comportaron de manera similar en sus promedio, pero el tratamiento Biol 2.0 / 20 L obtuvo la mayor altura con 2.88 metros; en el rendimiento de forraje verde los tratamientos EM 1- activado al 1.5 y 2.0 L / 20 L destacan con 106.06 y 100.65 t/ha respectivamente; en el rendimiento de materia seca solo hubo diferencias al 5% de margen de error, donde destacó el tratamiento Biol 1.5 / 20 L con 30.42 t/ha; y en el contenido proteico del maíz chala el EM y Biol en el nivel de 2.0 L / 20 litros de agua destacaron con 9.2 y 9.0 % respectivamente.

Se evaluó el rendimiento y contenido nutricional de cuatro variedades de maíz forrajero bajo condiciones agroclimáticas del distrito de Molinopampa, Los resultados muestran que la variedad Marginal M28T, presentó el mayor promedio de altura con 250,3 cm; el híbrido PM-213 obtuvo las mejores características en las variables ancho de hoja, diámetro de tallo, longitud de hoja y número de hojas; así mismo, en la variable rendimiento en materia verde y seca en estado ampolla y lechoso, el híbrido PMX-5 presentó los valores más altos, con 157,5 tn/ha, 202,92 tn/ha, 47,7 tn/h, 72,675 tn/ha, respectivamente. En el análisis nutricional, se registró que la mayor cantidad de proteína estuvo contenida en el híbrido PM-213, que fue de 8,4657%. La mayor cantidad de fibra la obtuvo la variedad 213- chuska, y la mayor cantidad de fibra detergente ácida, neutra y energía bruta se obtuvo del híbrido PM-213, con 42,4%, 53,46% y 4366,4 kcal/hg, respectivamente (Collazos et al., 2018).

## **1.2. Ensilajes de maíz chala**

Se efectuó un estudio en la ciudad de Popayán, con el objetivo de identificar alternativas forrajeras para afrontar épocas críticas en alimentación bovina, se evaluó el potencial de producción y el valor nutritivo del ensilaje de dos híbridos (Pioneer 3041, Dekalb 888) y una variedad (ICA

305) de maíz (*Zea mays*) solos y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*) (variedad Cargamanto), a los 120 días; después de cosechar se ensiló una muestra en microsilos de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 40 cm de largo. Los silos fueron abiertos 30 días después para su evaluación en el laboratorio. El valor nutricional del ensilaje de maíz, se puede catalogar como de regular calidad nutritiva puesto que se observaron aceptables valores de pH 3.6-3.7 y PC 6.4 a 7.3%, al igual que la FDA entre 34.5-36.7% y valores altos en FDN de 63.6 a 66.8% lo cual disminuye el consumo (Oramas et al., 2007).

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 T0 (50 % de maíz chala y 50% de broza de esparrago), T1 (T0 más la adición de 3% de melaza y 0.5% de úrea) y T2 (T1 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

Al evaluar el valor nutritivo del ensilado de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) después de cosechar, encontró los siguientes resultados: Materia seca  $34.3 \pm 2.76\%$ , proteína cruda  $6.2 \pm 2.68\%$ , cenizas  $6.9 \pm 1.99\%$ , FDN  $49.0 \pm 4.45\%$ , FDA  $32.5 \pm 3.00\%$ , pH  $3.65 \pm 0.02$ , N-NH<sub>3</sub> (NT%)  $10.01 \pm 3.24\%$ , que son parecidos a investigaciones llevadas a cabo al ensilar esta planta. Organolépticamente, para color, material raro y olor las calificaciones resultaron buenas 17, 8 y 18



al compararlos con los valores esperados de 25, 10 y 25; no ocurrió lo mismo para madurez que se calificó con 10 y el esperado era 40 y que se justifica por tratarse de material post cosecha (Enríquez, 2015).

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 24 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.

El ensilaje de maíz puede suplementarse con aditivos para mejorar la calidad bromatológica. Adicionando como, melaza, harina de maíz y urea; sin embargo, se ha observado que la adición de urea al momento de ensilar, incrementa la cantidad de nitrógeno, es transformada parcialmente en proteína verdadera durante el proceso de fermentación del silo (Merino, 2016) En su investigación sobre valoración nutricional de ensilaje de maíz empleando urea, melaza + urea y carbonato de calcio como aditivos.

Maíz chala, estado lechoso, se evaluó la melaza (0, 2 y 4%) y lactosuero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en bolsas y ensilado durante 30 días. Las pérdidas, por hongos, fue de 5.05, 5.11 y 4.55% (0, 2 y 4% de melaza), 4.75, 4.32 y 5.64% (0, 3.5 y 7.0% de lactosuero). Unos pHs de 2.75, 2.76 y 2.81 (0, 2 y 4% de melaza), 2.81, 2.75 y 2.75 (0, 3.5 y 7.0% de lacto suero), Sensorialmente se calificó un color verde amarillo; olor agradable, textura que conservaba sus bordes continuos. Su PC fue de 8.07, 7.95 y 8.04% (0, 2 y 4% de melaza), 7.85, 8.10 y 8.11% (0, 3.5 y 7.0% de lactosuero); F.C. de 23.11, 28.02 y 26.83% (0, 2 y 4% de melaza), 24.77, 26.85 y 26.34% (0, 3.5 y 7.0% de lactosuero) (Saldaña, 2018).

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), en el trabajo realizado en Cutervo, Cajamarca (Altamirano, 2018).

Al suplementar melaza de caña a razón de 3 por ciento (base fresca) al forraje de maíz chala (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 (Ruiz, 2019) manifiesta en su investigación titulada Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz.

En maíz chala evaluó los siguientes tratamientos: **T<sub>1</sub>**: sin aditivo (100%), **T<sub>2</sub>**: Melaza (4%), **T<sub>3</sub>**: Melaza (6%), **T<sub>4</sub>**: Harina de maíz (4%), **T<sub>5</sub>**: Harina de maíz (6%), **T<sub>6</sub>**: Molimax nitro (4%), **T<sub>7</sub>**: Molimax nitro (6%), **T<sub>8</sub>**: Melaza (2%) + Harina de maíz (2%), **T<sub>9</sub>**: Melaza (3%) + Harina de maíz (3%) y **T<sub>10</sub>**: Melaza (2%) + Harina de maíz (2%) + Molimax nitro (2%), **T<sub>10</sub>**: Melaza (2%) + Harina de maíz (2%) + Molimax nitro (2%). A los 30 días de ensilado determinó contenidos en proteína y grasa de 6.000 y 1.50, 6.667 y 1.38, 6.000 y 1.21, 7.333 y 1.66, 9.000 y 2.13, 18.000 y 1.71, 23.000 y 1.10, 9.000 y 1.59, 6.000 y 1.08, 6.000 y 1.34%, respectivamente. La fibra cruda, encontrada fue de 21.0, 22.0, 10.33, 21.0, 20.0, 22.00, 21.00, 17.0, 22.0 y 21.0% y en cenizas de 7.00, 6.00, 6.00, 6.00, 7.00, 7.33, 7.00, 6.33, 6.00 y 6.00% (Arce, 2021).

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

Considerar que el estado de madurez del grano a la cosecha, es uno de los aspectos más importantes en el rendimiento del maíz para ensilaje. Cuando se mide la materia seca en un maíz de 120 días, por ejemplo, se nota que, en las hojas, la acumulación prácticamente se detiene a los 50 días, siendo el grano el único que continúa acumulando materia seca después de los 80-90 días, hasta llegar a la madurez. El porcentaje de Materia Seca de la planta de maíz, a la cosecha para ensilaje, debe fluctuar en silo torre 32-38 y para silo horizontal 30 – 34%, con menos de 30% se producen pérdidas. En forma práctica se puede determinar el momento ideal de cosecha de las plantas de maíz, contando 50 a 55 días luego que la mitad de plantas tienen pelo, cuando en la base del grano se forma un punto negro, cuando la humedad en el grano es de 32-38% (para los que tienen determinador de humedad), cuando un tercio de las hojas están verdes y el resto secas. El maíz debe cosecharse al estado óptimo de desarrollo, es decir, cuando el grano se encuentra en el estado pastoso a duro, con un porcentaje ideal de materia seca sea 32-35%. Como el maíz es pobre

en proteína se recomienda incorporar Urea al silo, en cantidad de 5 kilos por tonelada de ensilaje (Zea, 2013).

En este estudio, en factorial AxB, donde A indica dos variedades de maíz (Karape pytã y DKB290PR03) y B indica cinco aditivos, (Sin aditivos, Melaza al 3%, Suero de leche al 3%, Melaza + Suero de leche= 2:1 al 3%, Melaza + Suero de leche= 3:1 al 3%), ambas variedades de maíz presentaron en general características buenas; de buen color y olor y con textura excelente; excepto los tratamientos con melaza al 3% que presentaron olor, color y textura excelente. El olor de los materiales en promedio fue Bueno, es decir un producto con olor agradable con ligero olor a vinagre y que concuerda con las buenas condiciones del ensilado. El color en su mayoría presentó características Excelentes de acuerdo a los parámetros utilizados, ya que no se hallaron materiales con coloración marrón oscuro, casi negro o negro. La textura, alcanzó el calificativo de Excelente, es decir un ensilado que mantenía perfectamente sus contornos continuos. El pH, sin Aditivos fue 4.21, suero al 3% de 4.27, melaza al 3% 4.31, melaza + suero = 2:1 al 3% de 4.33, melaza + suero= 3:1 al 3% de 4.4, sus contenidos en proteína de 9.4, 8.62, 8.8, 8.16 y 8.71%, respectivamente (Amarilla et al., 2022).

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

Garantizan una veloz estabilización del material, gracias al óptimo nivel de ácido láctico; son técnicas que se recomiendan si es que tenemos forrajes por ensilar y bajos en carbohidratos solubles que limitan bajar el pH de la biomasa ensilada, evitar el efecto de bacterias indeseables, o bien, si la humedad del pasto podría afectar contra la fermentación láctica y generar otras fermentaciones (Fernández, 1999). Estima, que la urea sea el producto más antiguo empleado para elevar el nivel de proteína en el ensilado, sobre todo, en gramíneas. Ella, se desdobra en amoníaco

y dióxido de carbono durante el ensilaje y, probablemente en amoníaco, se combina con el ácido láctico y el acético para formar sales. La adición de insumos ricos en carbohidratos solubles, como los granos, facilitan el desarrollo de bacterias lácticas, y es mucho más importante en leguminosas, por ser deficientes en esos carbohidratos (5-6 % de la MS). Los más probables de emplear es la melaza (700 a 750 gramos por kilo de materia seca de forraje) y los granos de cereales (maíz, sorgo, avena, trigo, entre otros). La cantidad de grano a aplicar está en función del cultivo a ensilar y del tipo de cereal, variando entre 30 a 55 kg de grano por tonelada de forraje tal cual (verde).

Mülbach (2001), ha establecido que los aditivos de NPN, fundamentalmente la urea, al ser adicionados a forrajes altos en materia seca y bajos de poder tampón (granos de maíz o sorgo) logran aumentar su proteína bruta.

Esta técnica en conservar forrajes, consiste, principalmente, en almacenar forrajes frescos sin la presencia de oxígeno o en medio anaeróbico, en un ambiente denominado silo. En el evento se ocurren distintas modificaciones, especialmente, la fermentación, que lleva a un producto final denominado silaje (Peñagaricano et al. 1977). En esta fermentación anaeróbica hay predominancia de bacterias lácticas, como estreptococos y lactobacillus, los que actúan sobre los carbohidratos del forraje y se genera ácido láctico, el mismo que evita el deterioro del forraje y conserva su valor nutritivo (Lobo y Díaz 2001).

Para Bertoia (2007), en base a las características sensoriales al final de la fermentación, los clasifica en lácticos, butíricos, sobreencalados, mohosos y pútridos. Los primeros, con buena fermentación poseen color amarillo verdoso, olor agradable, avinagrado y picante; textura firme, pH entre 3.3 y 4.0, adecuada aceptación por el animal y su valor nutritivo es parecido al forraje fresco. El segundo, posee un color pardo o verde oliva, olor desagradable, rancio, textura blanda o

viscosa, pH superior a 4.5. El tercero, es de color marrón, olor acaramelado, acidez variable, adecuada aceptación, pero su valor nutritivo es bajo. El siguiente se diferencia por unas manchas como algodón, olor rancio, textura gelatinosa, pH por encima de 5.0. El último, es verde oscuro a negro, olor repugnante debido a la descomposición, textura blanda, pH mayor a 5.0.

El forraje se corta y pica, se introduce en el silo, y debe compactarse para eliminar lo máximo de oxígeno, con lo cual se inicia el proceso del ensilaje. Debe cuidarse que el picado sea de un tamaño de partícula ideal (entre 1.5 y 3.0 cm), para que consiga compactar y conservar anaeróbicamente, y así se evita pérdidas al final del evento, y más adelante permitirá una buena rumia (Saborío, 2008).

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

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

Se llevó a cabo en ambientes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Ciudad Universitaria, Lambayeque, en áreas adecuadas para oreado y picado del maíz chala, 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 abril del 2024 y se concluyó en julio del 2024, 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 lactosuero se generan los siguientes tratamientos a evaluar:

T<sub>0</sub>: Chala picada sin aditivos

T<sub>1</sub>: Chala picada con 3% de miel y sin lactosuero

T<sub>2</sub>: Chala picada con 6% de miel y sin lactosuero

T<sub>3</sub>: Chala picada sin miel y 3% de lactosuero

T<sub>4</sub>: Chala picada con 3% de miel y 3.0% de lactosuero

T<sub>5</sub>: Chala picada con 6% de miel y 3.0% de lactosuero

T<sub>6</sub>: Chala picada sin miel y 6% de lactosuero

T<sub>7</sub>: Chala picada con 3% de miel y 6.0% de lactosuero

T<sub>8</sub>: Chala picada con, 6% de miel y 6.0% de lactosuero

### **2.2.2. Material de evaluación. El maíz chala y aditivos.**

El maíz chala, conteniendo el choclo en estado lechoso, fue adquirido de un proveedor de dicho insumo a establos lecheros del distrito de Lambayeque, correspondiendo a un material fresco y cosechado diariamente.

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.

El lactosuero, es un subproducto de la leche, luego de la elaboración del queso, fresco, adquirido en la ciudad de Lambayeque

### **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 maíz chala.**

El material de campo, maíz chala, fue comprado de un proveedor, 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, y estar disponible para el tratamiento con el aditivo correspondiente.

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

Los pasos iniciales consistieron en la preparación del ambiente donde se manipularon los aditivos y otros materiales y equipos del proceso de ensilaje.

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

El siguiente paso fue mezclar la miel de caña de azúcar con la cantidad que le correspondía de miel de caña de azúcar y lactosuero, 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 el 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 lactosuero (L)
- ✓ Interacción ML

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

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

### **2.3.4. Evaluación de parámetros**

#### **2.3.4.1. Características sensoriales:**

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

#### **2.3.4.2. Pérdidas**

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 análisis químico.**

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, 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.

#### **2.3.4.4. 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 lactosuero), con el siguiente modelo lineal aditivo y esquema de análisis de varianza (Padrón, 2009):

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

Dónde:

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

$\mu$  : Promedio general: parámetro

$T_k$  : efecto del tratamiento k: parámetro

$M_i$  : Efecto principal de la miel –i: parámetro

$L_j$  : Efecto principal del lactosuero- j: parámetro

$(ML)_{ij}$  : interacción entre miel - i por lactosuero – j: parámetro

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

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

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>S. C.</b>	<b>G.L</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>
Tratamientos	SCT	$T - 1$	$SCt/t-1$	$CMt/CMe$
M (Miel)	SCM	$M - 1$	$SCm/m-1$	$CMm/CMe$
L (Lactosuero)	SCL	$L - 1$	$SCl/l-1$	$CMu/CMe$
ML (Interacción)	SCML	$(M-1)(L-1)$	$SCml/(m-1)(l-1)$	$CMML/CMe$
Error Experimental	SCT– SCT	$(N-1) - t-1$		
TOTAL	SCT	$N - 1$		

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Contenido de materia seca del ensilado.

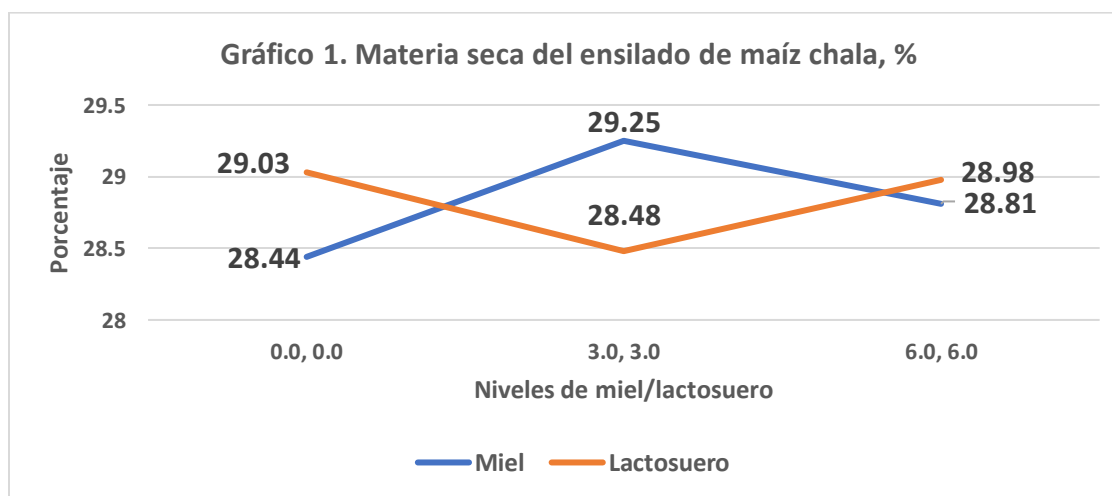
Los contenidos, correspondientes, se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Materia seca, parcial, de ensilados de maíz chala**

Miel, % \ Lactosuero, %	0.0	3.0	6.0	Promedio
0.0	28.25	29.26	29.57	<b>29.03<sup>a</sup></b>
3.0	29.17	28.95	27.32	<b>28.48<sup>a</sup></b>
6.0	27.90	29.53	29.50	<b>28.98<sup>a</sup></b>
Promedio	<b>28.44<sup>a</sup></b>	<b>29.25<sup>a</sup></b>	<b>28.81<sup>a</sup></b>	<b>28.83</b>

a\_/ Expresa que no hay diferencias estadísticas entre medias de tratamientos

El contenido de materia seca del material ensilado, se muestra bastante homogéneo, sin mostrar alguna tendencia en función a los aditivos y al nivel de los mismos que se aplicó, debiendo entenderse que la materia seca, en comparación con el material ensilado sin aditivos siguió siendo muy similar en todos los casos. Gráfico 1.



El análisis estadístico, mediante el análisis de varianza (Tabla 1A), mostró que no hay diferencias entre medias de tratamientos

Los resultados expuestos están por debajo del estudio llevado a cabo por Enriquez (2015), donde, la materia seca fue de 34.3% y ello debido a que se trató de residuos post cosecha: sin embargo superamos a los resultados de Tirira (2016), cuando evaluó ensilaje de maíz en silo bolsa, hallando valores de 20.93, 20.8 y 19.69, superando también a lo evaluado por Altamirano (2018), en Cutervo, donde para maíz chala, cortado con mazorca en estado lechoso, con melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y urea (0, 1.5 y 3.0%, v/v), en su 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)

### 3.2. pH, pérdidas y análisis sensorial en ensilado de maíz chala.

#### 3.2.1. Pérdidas y pH

Los promedios, se exponen en la Tabla 3.

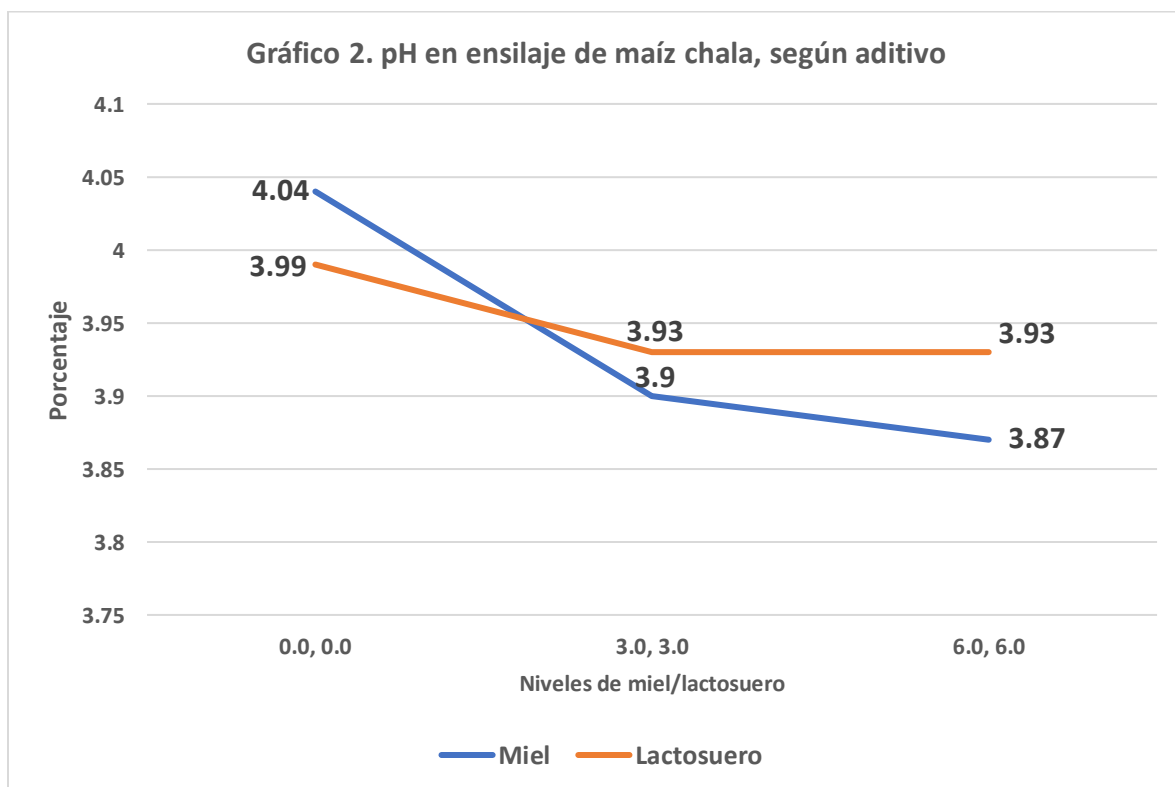
**Tabla 3. Pérdidas y pH del ensilado del maíz chala, según aditivos**

Parámetros	Miel, % Lactosuero, %	0.0	3.0	6.0	Promedio
Pérdidas, %	0.0	0.00	15.51	12.64	---
	3.0	0.00	3.28	6.67	---
	6.0	0.00	4.23	0.00	---
	Promedio	0.00	7.67	---	--
pH	0.0	4.14	3.93	3.90	3.99 <sup>b</sup>
	3.0	3.97	3.91	3.90	3.93 <sup>a</sup>
	6.0	4.01	3.89	3.88	3.93 <sup>a</sup>
	Promedio	4.04 <sup>b</sup>	3.90 <sup>a</sup>	3.89 <sup>a</sup>	4.14

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

Sobre las pérdidas por ensilaje, se puede notar que, sin la presencia de la miel de caña de azúcar, pero con la adición de lactosuero se evitó pérdidas de material. También se puede establecer que, en ausencia de lactosuero y con 3.00% de miel de caña de azúcar es donde se encontró la mayor pérdida de material (15.51%) y también se puede notar que la ausencia de lactosuero y con el mayor nivel de miel de caña de azúcar también hay una pérdida apreciable de material (12.64%). Ello da testimonio de la importancia del lactosuero para garantizar una pronta acidificación del ensilaje gracias a que contiene componente lactosa que facilita la proliferación de ácido láctico que es deseable en todo ensilado.

El pH registrado en los distintos tratamientos muestra, claramente, la importancia de los aditivos aplicados que generaron un pH inferior al determinado con la ausencia de aditivos (4.14). En promedios, conforme se incrementa el nivel de miel el pH es más ácido (4.04, 3.90 y 3.89), igual que cuando se incrementa el nivel de lactosuero (3.99, 3.93 y 3.93). Gráfico 2.



Con el análisis de varianza (Tabla 2A), se halló diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ), para el efecto de miel, de lactosuero y su interacción. A través de la Prueba de Duncan, para miel de caña de azúcar, se halló que el nivel 0.00 es estadísticamente diferente a los niveles 3.00 y 6.00 y que no difieren entre estos dos últimos. Con los niveles de lactosuero, también se definió que 0.00 es estadísticamente diferente a 3.00 y 6.00, y que estos dos no difieren. Con la interacción significativa, se podría establecer que los niveles de 3.00 con 6.00 y 6.00 con 6.00 de miel/lactosuero son los mejores en base al pH para predecir un buen ensilaje

El pH encontrado, es ligeramente inferior a lo encontrado en una asociación de maíz chala/frijol, evaluados por Oramas et al. (2007), los que hallaron valores de 3.6 a 3.7, también, Enríquez (2015), el pH fue de  $3.65 \pm 0.02$ . Valores por encima de nuestros resultados son citados por Tirira (2016), quien en ensilaje de maíz en silo bolsa, halló valores en pH de 4.4 en el testigo, 4.55 a 4.56 24 con melaza y 4.71 a 4.80 en suero lácteo. Y superamos al estudio de Saldaña (2018), que en maíz chala, estado lechoso, evaluó la melaza (0, 2 y 4%) y lactosuero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en bolsas y ensilado durante 30 días, sus pHs fueron de 2.75, 2.76 y 2.81 (0, 2 y 4% de melaza), 2.81, 2.75 y 2.75 (0, 3.5 y 7.0% de lacto suero), pero nos situamos por debajo de los resultados de Amarilla et al. (2022), refiere pH, sin Aditivos de 4.21, suero al 3% de 4.27, melaza al 3% 4.31, melaza + suero = 2:1 al 3% de 4.33, melaza + suero= 3:1 al 3% de 4.4, sus contenidos en proteína de 9.4, 8.62, 8.8, 8.16 y 8.71%, respectivamente.

### **3.2.2. Evaluación sensorial**

En la Tabla 4 se exponen los datos respectivos.

Según el análisis sensorial, en promedio de las interacciones de los aditivos, se obtuvo, para color, que este fue verde aceituna (E), en todos los tratamientos. El olor y la textura, contundentemente



se recibieron el calificativo de excelente (miel, azucarado de fruta madura), y todos los tratamientos conservaron sus contornos continuos.

**Tabla 4. Análisis sensorial del ensilado de maíz chala, según aditivo**

Parámetro	M L	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	Verde aceituna
Olor	0.0	E	E	E	Miel de fruta
	3.0	E	E	E	Miel de fruta
	6.0	E	E	E	Miel de fruta
	Prom.	Miel de fruta	Miel de fruta	Miel de fruta	Miel de fruta
Textura	0.0	E	E	E	Contornos continuos
	3.0	E	E	E	Contornos continuos
	6.0	E	E	E	Contornos continuos
	Prom.	Contornos continuos	Contornos continuos	Contornos Continuos	Contornos continuos

La calificación organoléptica del estudio, donde en color, olor y textura, para todos los tratamientos fue excelente, supera al trabajo de Saldaña (2018), cuando ensiló maíz chala, estado lechoso, y evaluó la melaza (0, 2 y 4%) y lactosuero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en bolsas y ensilado durante 30 días y encontró sensorialmente un color verde amarillo; olor agradable, textura que conservaba sus bordes continuos. También superamos al hallazgo de (Amarilla et al. (2022), donde citan características buenas; de buen color y olor y con textura excelente; excepto los tratamientos con melaza al 3% que presentaron olor, color y textura excelente. El olor de los materiales en promedio fue bueno, es decir un producto con olor agradable con ligero olor a vinagre y que concuerda con las buenas condiciones del ensilado, pero sí, el color en su mayoría presentó características excelentes igual que en textura, alcanzó el calificativo de Excelente, es decir un ensilado que mantenía perfectamente sus contornos continuos. Los resultados, Nuestros resultados gozan del respaldo de Reyes et al. (2009), quienes que las siguientes características organolépticas se asocian con ensilajes de alta calidad: El olor aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico.

### **3.3. Composición química del ensilado de maíz chala.**

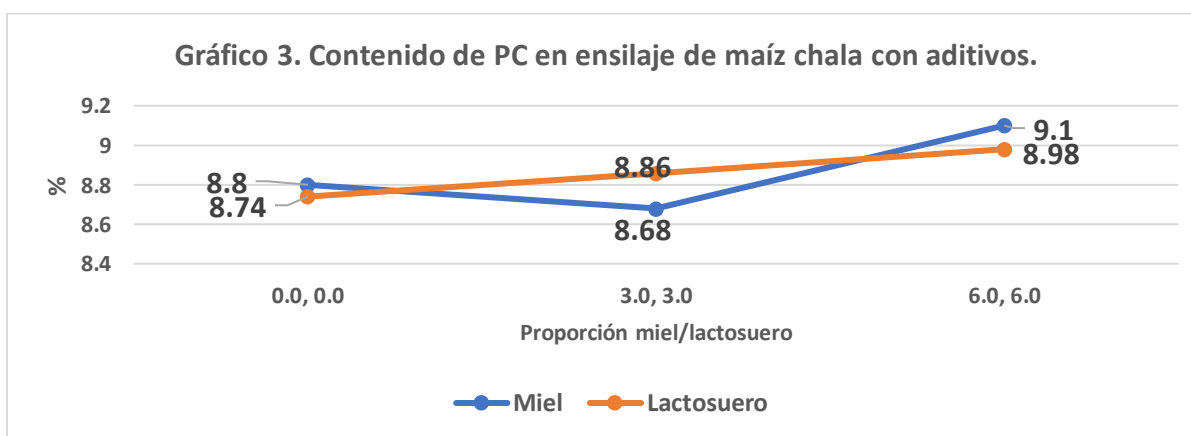
Los análisis de laboratorio arrojaron la información que se presenta en la Tabla 4.

#### **3.3.1. Proteína Cruda.**

La proteína, nutriente importante en la alimentación animal, encontrada en el maíz chala, se incrementa en función al nivel de lactosuero adicionado (8.74, 8.86 y 8.98% BS), en tanto que, en función al nivel de miel de caña de azúcar, no es notorio el incremento, excepto al nivel de 6.0% (9.10%) y que a la vez fue el máximo nivel de proteína y cuando el nivel de lactosuero también fue de 6.0%. Gráfico 3.

**Tabla 5. Componentes químicos del maíz chala ensilado (B.S). %.**

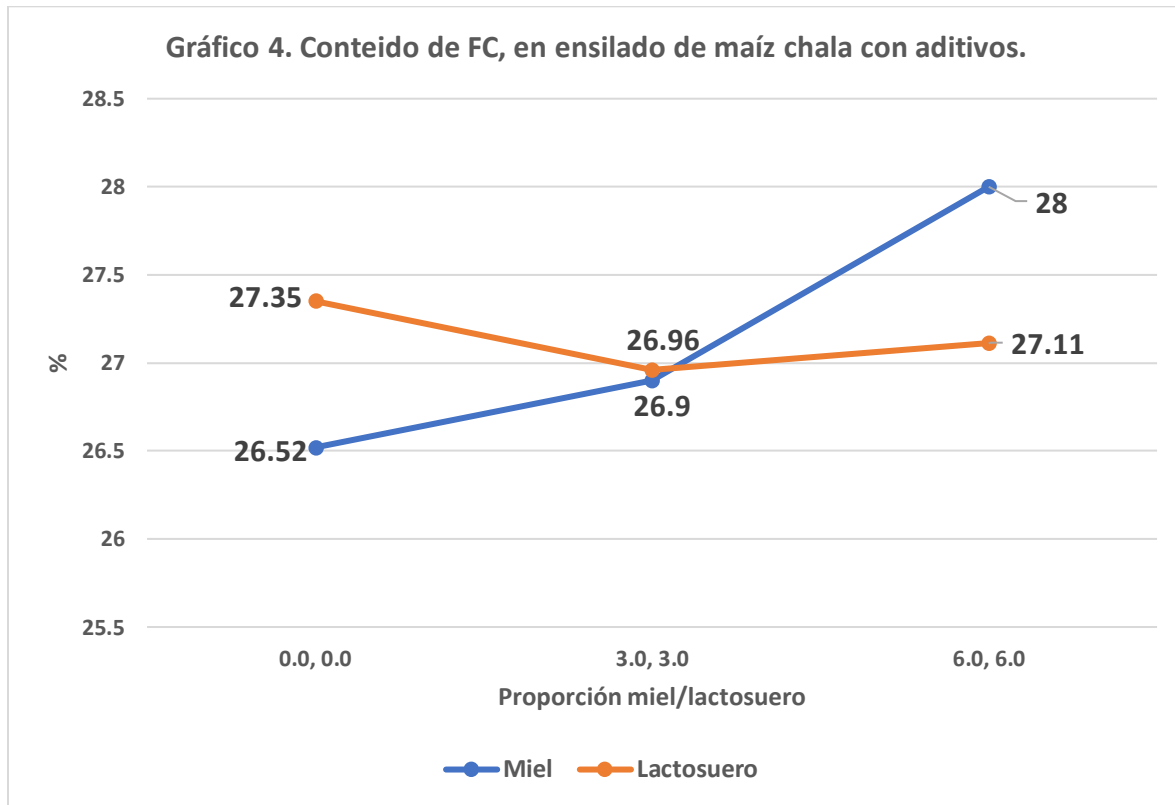
Observaciones	Miel	0.0	3.0	6.0	Promedio
	Lactosuero				
Proteína Cruda, %	0.0	8.55	8.52	9.14	<b>8.74</b>
	3.0	8.86	8.40	9.32	<b>8.86</b>
	6.0	8.99	9.13	8.83	<b>8.98</b>
	Promedio	<b>8.80</b>	<b>8.68</b>	<b>9.10</b>	<b>8.86</b>
Fibra Cruda, %	0.0	26.61	27.34	28.10	<b>27.35</b>
	3.0	27.00	25.28	28.61	<b>26.96</b>
	6.0	25.94	28.09	27.30	<b>27.11</b>
	Promedio	<b>26.52</b>	<b>26.90</b>	<b>28.00</b>	<b>27.14</b>
Cenizas, %	0.0	10.60	6.92	5.25	<b>7.59</b>
	3.0	9.84	15.28	12.15	<b>12.42</b>
	6.0	13.40	5.27	7.35	<b>8.67</b>
	Promedio	<b>11.28</b>	<b>9.16</b>	<b>8.25</b>	<b>9.56</b>



### 3.3.2. Fibra Cruda

La fibra Cruda del maíz chala ensilada con aditivos, no experimentó un cambio ascendente o descendente por efecto de la miel de caña de azúcar o de la lactosa en sus diferentes niveles e

indicaría que los componentes de la pared celular no fueron alterados notoriamente por el ensilaje o por los aditivos empleados; aun cuando, podría admitirse un ligero incremento con la miel y un escaso descenso con lactosuero. Gráfico 4.



El otro componente evaluado, cenizas, como expresión de la fracción inorgánica y que contiene a los elementos minerales y otros, no refleja un efecto de los aditivos agregados y sus valores, si bien, son variables en los tratamientos, responden a los niveles propios de los forrajes comúnmente empleados en la alimentación animal.

Superamos en valor proteico a estudio de Enríquez (2015), cuando en ensilado de maíz amiláceo post cosecha sus promedios encontrados en el análisis químico fueron de  $6.2 \pm 2.68\%$ , también superamos a Tirira (2016), quien evaluó cuatro estimulantes de la fermentación (melaza, suero de leche, pulpa de cítricos y EMAS) del ensilaje de maíz la proteína bruta fue de 5.72 y 5.64%. Somos

muy similares a lo encontrado por (Saldaña (2018), quien en maíz chala, estado lechoso, evaluó melaza (0, 2 y 4%) y lactosuero (0, 3.5 y 7.0%, v/v), en bolsas y ensilado durante 30 días, la proteína fue de 8.07, 7.95 y 8.04% (0, 2 y 4% de melaza), 7.85, 8.10 y 8.11% (0, 3.5 y 7.0% de lactosuero); coincidimos en algunos valores para F.C. quien cita 23.11, 28.02 y 26.83% (0, 2 y 4% de melaza), 24.77, 26.85 y 26.34% (0, 3.5 y 7.0% de lactosuero). Mantenemos ventajas en el valor proteico a la cita de Arce (2021), donde incorporando aditivos como melaza, harina de maíz, Molimax Nitro, determinó contenidos en proteína de 6.000, 6.667, 6.000 y 7.333%.

En proteína, guardamos mucha similitud con Amarilla et al. (2022), en cuyo estudio, en dos variedades de maíz (Karape pytã y DKB290PR03) y cinco aditivos (sin aditivos, Melaza al 3%, Suero de leche al 3%, Melaza + Suero de leche= 2:1 al 3%, Melaza + Suero de leche= 3:1 al 3%), sus contenidos en proteína fueron de 9.4, 8.62, 8.8, 8.16 y 8.71%, respectivamente.

#### **IV. CONCLUSIONES**

De los resultados mostrados y las condiciones que primaron en la fase experimental, se llega a las siguientes conclusiones:

1. La materia seca del maíz chala ensilado con miel de caña de azúcar y lactosuero, como aditivos, se mantuvo muy similar al forraje antes de ser ensilado.
2. El pH del maíz chala ensilado se vuelve cada vez más ácido, mejora, a medida que se incrementan los niveles de los dos aditivos.
3. Es mínima la pérdida de material ensilado de maíz chala ensilado con miel de caña de azúcar y lactosuero.
4. Organolépticamente, el ensilado mostró un color verde oliva, olor a fruta madura y una textura firme, en todos los tratamientos, recibiendo el calificativo de excelente.
5. El lactosuero, fuente proteica, empleada como aditivo en el ensilaje de maíz chala, mejora ligeramente el contenido proteico del ensilado conforme aumenta al nivel de este aditivo, lográndose un mayor contenido de proteína cruda con los niveles mayores de ambos aditivos.
6. La Fibra Cruda, del material ensilado, no sufrió efecto directo por la aplicación de los aditivos aplicados.

## **V. RECOMENDACIONES**

De las conclusiones resultantes, se llega a recomendar:

1. La técnica del ensilaje, como método para la conservación de excedentes o alta disponibilidad de biomasa forrajera es una alternativa viable en la región de Lambayeque para garantizar su empleo en épocas de escasa disponibilidad de fuentes forrajeras.
2. En base al pH, como referente de la calidad del ensilado, se recomienda aplicar 6.0% de lactosuero y 6.0% de miel de caña de azúcar a ensilar maíz chala.
3. Promover en más estudios sobre la técnica del ensilaje en la conservación de forrajes y el empleo de aditivos altamente disponibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRANO, C. (2018). Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza, Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 59 pp.
- ALVIZ, L. (2015). Adaptabilidad de cuatro cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) con fines Forrajero en condiciones del Centro de Producción y Capacitación granja "La Perla" Chumbivilcas-Cusco. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad de San Agustín de Arequipa. Perú. 82 p.
- AMARILLA, E., CÁCERS, L. y L. MIRANDA (2022). Efectos de la aplicación de melaza y suero de leche sobre la calidad organoléptica y nutricional del ensilado de dos variedades de maíz *Zea mays*. Revista Arandu Poty Vol 1 Num 2
- ARCE, J. (2021). Efecto de tres aditivos en la calidad de ensilado de maíz chala (*zea mays*), en Bagua –Amazonas. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas. 47 pp.
- 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).
- 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 bacteriano como suplemento alimenticio para cabras en manejo semi extensivo. *SCIENDO*, vol 7 (2)
- CAÑEQUE, V. (1998). Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. España: Mundi-Prensa.
- COLLAZOS, R., J. NERI, E. HUAMÁN y L. JUAREZ. (2018). Cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas. Chachapoyas. 7 pp.



- ENIS. (2019). Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas dirección de estadística agraria (en línea). Consultado 23 abr. 2020. Disponible en [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Libro%20Resultado%20ENIS%202019-2020\\_260719.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Libro%20Resultado%20ENIS%202019-2020_260719.pdf).
- ENRIQUEZ, E. (2015). Evaluación de la calidad nutricional del ensilado de maíz amiláceo (*Zea mays* L. ssp amiláceo) post cosecha en la cuenca lechera de Abancay. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. 115 pp.
- FELICIANO ARRATEA, C. O. 2017. Niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de la chala forrajera (*Zea mays* L) de Cayhuayna 2017. Tesis Ing. Agrónomo. Cayhuayna, Huánuco. 59 p.
- FERNÁNDEZ, M. (1999). Aditivos para los ensilajes, Sitio Argentino de Producción Animal Cap. II. 12-13. EEA, INTA. 2 pp.
- 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>
- INTA. 2010. Guía tecnológica cultivo de maíz. Disponible en [https://issuu.com/inta\\_tecnologia\\_agropecuaria/docs/name455714/5](https://issuu.com/inta_tecnologia_agropecuaria/docs/name455714/5).
- LOBO, M y DÍAZ, O. (2001). Agrostología. 1ª Edición. San José, Costa Rica. EUNED. 176 p.
- MANTEROLA, H y J. MIRA. 1999 “Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes”, Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. P. 222.
- MAYTA, F. s.f. Cultivo y Manejo de Pastos, Universidad Nacional José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú. 104 pp.

- 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.
- MERINO, H. (2016). valoración nutricional de ensilaje de maíz empleando urea, melaza + urea y carbonato de calcio como aditivos. *Técnica Pecuaria*, 6.
- 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.
- ORAMAS, C. y VIVAS, N. (2007). Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*) para ensilaje. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. 5(1 ):34-35.
- PADRÓN, E. (2009). Diseños Experimentales, con aplicación a la agricultura y ganadería, Editorial Trillas, 2da. Edición, Médico, D.F. 224 pp.
- PEÑAGARICANO, J., ARIAS, W., y LLANEZA, N. 1986. Ensilaje: manejo y utilización de las reservas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 345 p.
- 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.
- RUIZ. (2019). Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz Chihuahua. México.: Archivos de zootecnia vol. 58, núm. 222, p. 164.
- 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>
- SALDAÑA, R. (2018). Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 60 pp.
- SALVADOR, S. 2001. *Maíz*. México. <http://www.chapingo.mx/bagebage/08.pdf>

- 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.
- VÁSQUEZ, H., B. SANTILLÁN y J. GÓMEZ. (2016). Efecto de dos arreglos de siembra y variedades de maíz chala (*Zea mays* L.) en el rendimiento forrajero, Revista Científica UNTRM Ciencias Naturales e Ingeniería, Resumen.
- ZEI, I. (2023). Cultivo de maíz forrajero y utilidad. IDEMA, Departamento Agropecuaria, Caylloma, Majes, Arequipa. 29 pp.

## **ANEXOS**

**Tabla 1A. Análisis de varianza del contenido de materia seca en el ensilado de maíz chala.**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. C,</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
Tratamientos	15.8491	8	1.98	0.48	N S
M (miel de caña de azúcar)	11.5837	2	5.79	1.42	N S
L (lactosuero)	3.3777	2	1.69	0.41	N S
ML	0.8876	4	0.22	0.05	N S
Error experimental	73.6981	18	4.09		
Total	89.5472	26			

C.V.: 7.01%

**Tabla 2A. Análisis de varianza para pH del ensilado de maíz chala**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
Tratamientos	0.1678	8	0.021	64.5	* *
M (miel de caña de azúcar)	0.1161	2	0.058	13.39	* *
L (lactosuero)	0.0241	4	0.012	7.67	* *
ML	0.0276	18	0.007	7.78	* *
Error experimental	0.0159		0.0009		
Total	0.1837	26			

C.V.: 0.76%

**DUNCAN:**

**Miel: Niveles**

**0<sup>b</sup> 3.0<sup>a</sup> 6.0<sup>a</sup>**

**DUNCAN:**

**Lactosuero: Niveles**

**0<sup>a</sup> 3.0<sup>b</sup> 6.0<sup>b</sup>**

## CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.** docente asesor de tesis del trabajo de investigación del Bachiller Chapoñan Cuzo Denis Manuel:

### **Titulada:**

**Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 6% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, setiembre del 2024



---

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc

DNI:17629464

Asesor

## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Denis Manuel Chapoñán Cuzo  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, c...  
Nombre del archivo: TESIS\_DENIS\_CH.\_C..docx  
Tamaño del archivo: 176.12K  
Total páginas: 42  
Total de palabras: 8,857  
Total de caracteres: 45,442  
Fecha de entrega: 31-may.-2024 02:05p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2392706070



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ZOOTECNIA

"Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero"

TESIS

Para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Br. Denis Manuel Chapoñán Cuzo

ASESOR:

M. Sc. Alejandro Flores Paiva ()

Lambayeque, enero del 2024



M.s.c Alejandro Flores Paiva  
Asesor

# Calidad y composición química en ensilado de maíz chala, con miel de caña de azúcar y lactosuero

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz  
Gallo

Trabajo del estudiante

6%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 1%



M.s.c Alejandro Flores Paiva  
Asesor