

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Efecto de dos aditivos en las características organolépticas y calidad
nutricional del ensilado de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta
precipitación en Oxapampa – Pasco**

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Zootecnista

Autores:

Bach. Carlos Alberto ARIAS AYALA

Bach. Percy Severino ROJAS ALVAREZ

Asesor:

Mg. Aníbal Raúl RODRIGUEZ VARGAS

Oxapampa –Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Efecto de dos aditivos en las características organolépticas y calidad
nutricional del ensilado de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta
precipitación en Oxapampa – Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Victor Augusto Valentin MONROY CONDORI
PRESIDENTE

Mg.Sc. Gilmar Hugo LOPEZ ALEGRE
MIEMBRO

Mg. Esteban Luis NAVARRO ESPINOZA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0135-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
ARIAS AYALA, Carlos Alberto
ROJAS ALVAREZ, Percy Severino

Escuela de Formación Profesional
Zootecnia - Oxapampa

Tipo de trabajo
Tesis

Efecto de dos aditivos en las características organolépticas y calidad nutricional del ensilado de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco

Asesor
Mag. RODRÍGUEZ VARGAS, Aníbal Raúl

Índice de similitud
2 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 19 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por HUANES
TOWAR, Luis Antonio FAU
20154822048 uat
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2024 19:07:52 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y gratitud a mi madre, Julia, por su incansable apoyo, sacrificio y amor incondicional que me han acompañado en cada paso de mi vida.

Carlos Alberto Arias Ayala

Dedico esta tesis a Dios, por su guía y fortaleza en todo momento.

Con profundo amor y gratitud, la dedico también a mis padres, Leoncia y Edmundo, por su inmenso sacrificio, apoyo incondicional y enseñanzas que han sido la base de todos mis logros. Su amor y esfuerzo me han inspirado a seguir adelante siempre.

Percy Severino Rojas Alvarez

AGRADECIMIENTO

A los Docentes de la EFP Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por las enseñanzas impartidas durante nuestra vida estudiantil y formación profesional.

Al Ing. Mg. Aníbal Raúl Rodríguez Vargas, por el asesoramiento constante y oportuno de la tesis.

Al Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) de la UNDAC, por haber facilitado su Centro de Investigación y Estudios de Transferencia Tecnológica (CIETT) Peñaflor, para el desarrollo del presente trabajo de Tesis.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica (CIETT) de Peñaflor, perteneciente al Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) de la UNDAC. El objetivo fue evaluar el efecto de la melaza y la urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) durante la temporada de alta precipitación en Oxapampa, Pasco. Se utilizó un diseño completamente al azar, evaluando dos aditivos y un testigo (sin aditivos) en cuatro repeticiones. Los resultados indicaron que la melaza y la urea no influyeron significativamente el pH (T_1 : 4.38, T_2 : 5.00, T_3 : 4.63) ni la textura (T_1 y T_2 : 3.38, T_3 : 3.63) del ensilado. Sin embargo, la urea (T_3) alteró el color, con un 50% de muestras "verde oscuro", y generó olores no deseados. En cuanto a la calidad nutricional, no se observaron diferencias significativas en los niveles de proteína, fibra, ceniza o grasa entre tratamientos ($p > 0.05$). El extracto libre de nitrógeno (ELN) fue mayor en T_2 (48.06%) respecto a T_1 (45.78%), aunque sin significancia estadística ($p > 0.05$). Se concluye que la melaza y urea no tuvo efecto el pH ni la textura, pero la urea alteró el color y generó olores no deseados. El ELN aumentó ligeramente en T_2 sin significancia. Se recomienda evaluar otros aditivos, limitar la urea y estudiar el efecto del ELN a largo plazo.

Palabras clave: ensilaje de maíz, aditivos alimentarios, calidad nutricional, características organolépticas, alta precipitación.

ABSTRACT

This study was carried out at the Center for Research and Technology Transfer (CIETT) of Peñaflor, belonging to the Institute for Specialized Research in Livestock Oxapampa (INIGOX) of the UNDAC. The objective was to evaluate the effect of molasses and urea on the organoleptic characteristics and nutritional quality of chala corn (*Zea mays*) silage during the high precipitation season in Oxapampa, Pasco. A completely randomized design was used, evaluating two additives and a control (without additives) in four repetitions. The results indicated that molasses and urea did not significantly influence the pH (T₁: 4.38, T₂: 5.00, T₃: 4.63) or the texture (T₁ and T₂: 3.38, T₃: 3.63) of the silage. However, urea (T₃) altered the color, with 50% of samples "dark green", and generated unwanted odors. Regarding nutritional quality, no significant differences were observed in the levels of protein, fiber, ash or fat between treatments ($p > 0.05$). The nitrogen-free extract (ELN) was higher in T₂ (48.06%) compared to T₁ (45.78%), although without statistical significance ($p > 0.05$). It is concluded that molasses and urea had no effect on pH or texture, but urea altered the color and generated unwanted odors. The ELN increased slightly in T₂ without significance. It is recommended to evaluate other additives, limit urea and study the long-term effect of ELN.

Keywords: corn silage, feed additives, nutritional quality, organoleptic characteristics, high precipitation.

INTRODUCCIÓN

El ensilado es una técnica de conservación de forrajes ampliamente utilizada en la producción ganadera para asegurar la disponibilidad de alimento durante periodos de escasez, como las temporadas de sequía o alta precipitación. El maíz chala (*Zea mays*) es uno de los forrajes más empleados debido a su alto rendimiento y valor nutritivo. Sin embargo, la calidad del ensilado puede verse afectada por factores como las condiciones climáticas y la inclusión de aditivos que buscan mejorar sus características fermentativas, organolépticas y nutricionales.

En la provincia de Oxapampa, Pasco, el periodo de alta precipitación representa un desafío significativo para la producción de ensilado, ya que las condiciones húmedas pueden interferir con el proceso de fermentación, afectando la calidad del producto final. Tradicionalmente, aditivos como la melaza y la urea se han utilizado para mejorar la fermentación al promover el crecimiento de bacterias beneficiosas que reducen el pH y conservan el forraje. Sin embargo, sus efectos sobre las características organolépticas (color, olor y textura) y la calidad nutricional del ensilado aún no se han definido por completo. Esto plantea la necesidad de responder a la pregunta: ¿Cuál es el efecto de la urea y la melaza en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilado?

Por lo tanto, la presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de la melaza y urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco. Se espera que los resultados contribuyan a mejorar las prácticas de ensilado en la región, optimizando el uso de aditivos y garantizando un alimento de calidad para el ganado en condiciones climáticas adversas.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1.	Problema general	2
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	6
2.2.	Bases teóricas científicas.....	8
2.3.	Definición de términos básicos	19
2.4.	Formulación de hipótesis.....	21
2.4.1.	Hipótesis general	21
2.4.2.	Hipótesis específicas	21
2.5.	Identificación de variables.....	22
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	22

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	1
3.2.	Nivel de Investigación.....	2
3.3.	Método de investigación.....	2
3.4.	Diseño de investigación.....	4
3.5.	Población y muestra	4
3.5.1.	Población	4
3.5.2.	Muestra	4
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	5
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	5
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	5
3.9.	Tratamiento estadístico.....	5
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	6

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo	7
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	8
4.3.	Prueba de hipótesis	14
4.4.	Discusión de resultados	21

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Esquema de variables e indicadores de medición	1
Tabla 2. Croquis del experimento	6
Tabla 3. Color del ensilado.....	9
Tabla 4. Olor del ensilado	10
Tabla 5. Prueba de Duncan para pH.....	15
Tabla 6. Prueba de Duncan para textura (valor).....	16
Tabla 7. Prueba de Duncan para porcentaje de proteína (%).	16
Tabla 8. Prueba de Duncan para porcentaje de fibra cruda (%).	17
Tabla 9. Prueba de Duncan para extracto libre de nitrógeno (%).	18
Tabla 10. Prueba de Duncan para porcentaje de ceniza (%).	19
Tabla 11. Prueba de Duncan para porcentaje de grasa (%)	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. pH del ensilado.....	8
Gráfico 2. Textura (valor).....	8
Gráfico 3. Porcentaje de proteína (%).....	10
Gráfico 4. Porcentaje de fibra cruda (%).....	11
Gráfico 5. Extracto libre de nitrógeno (%).....	12
Gráfico 6. Porcentaje de ceniza (%).....	13
Gráfico 7. Porcentaje de grasa (%).....	14

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La ganadería en la región tropical de América Latina enfrenta desafíos considerables debido a la escasez y la calidad deficiente de los alimentos, especialmente en áreas con suelos poco fértiles y estaciones secas prolongadas, como Oxapampa (Murgueitio y Gómez, 1999).

La falta de información detallada sobre cómo el uso de aditivos en el ensilaje del maíz chala puede satisfacer las necesidades proteicas de los animales, especialmente teniendo en cuenta el costo creciente de los balanceados, es uno de los mayores problemas en el Valle de Oxapampa. Dados los cambios que enfrenta actualmente la producción agrícola y ganadera, esta deficiencia resalta la importancia de una investigación y caracterización cuidadosas del maíz chala. Esta investigación podría tener un impacto significativo en la nutrición del ganado y la calidad de los alimentos que se producen.

La resolución de este problema podría proporcionar a los ganaderos información valiosa sobre el uso efectivo de aditivos, ofreciendo perspectivas informadas para mejorar la calidad del ensilaje y optimizar la producción ganadera en Oxapampa.

A pesar del potencial del maíz chala para el ensilaje, aún faltan investigaciones exhaustivas sobre los efectos de los aditivos en la conservación y la calidad nutricional. La falta de datos precisos sobre el manejo de estos aditivos, en diferentes concentraciones, y su impacto en la calidad y nutrición del maíz chala ensilado es la principal preocupación. Comprender cómo afectan los aditivos al rendimiento nutricional del maíz es clave para una alimentación adecuada del ganado.

Este estudio busca llenar este vacío de conocimiento, proporcionando datos concretos para ayudar a los ganaderos de Oxapampa a optimizar la calidad nutricional del ensilaje de maíz. El objetivo es mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción ganadera local en el valle y la región.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial, la investigación se realizó en el Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) – UNDAC, ubicado en la jurisdicción del distrito de Oxapampa, de la provincia de Oxapampa, región de Pasco.

Delimitación temporal, el estudio se desarrolló entre los meses de enero y agosto de 2024, abarcando tanto las actividades de campo como de gabinete.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la melaza y urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

PE1. ¿Cuál es el efecto de la melaza y urea en las características organolépticas del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco?

PE2. ¿Cuál es el efecto de la melaza y urea en la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la melaza y urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

OE1. Estimar el efecto de la melaza y urea en las características organolépticas del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

OE2. Determinar el efecto de la melaza y urea en la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco

1.5. Justificación de la investigación

Justificación teórica:

La justificación teórica de este estudio radica en la necesidad de profundizar en el conocimiento sobre los efectos de la adición de melaza y urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala bajo condiciones de alta precipitación en Oxapampa, Pasco. Actualmente, existe una carencia de información específica sobre el impacto de estos aditivos en dicho contexto climático, lo que limita la comprensión integral de las estrategias para mejorar la calidad y el valor nutricional de este forraje. Este vacío de conocimiento teórico destaca la relevancia de este estudio para aportar información científica que sirva de base para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la región.

Justificación práctica:

En términos prácticos, esta investigación es fundamental debido a la necesidad de optimizar el uso de recursos locales, como el maíz chala, en la alimentación del ganado en Oxapampa. La melaza y la urea son aditivos económicos y accesibles que tienen el potencial de mejorar significativamente la calidad del ensilaje, convirtiéndolo en una fuente de alimento valiosa durante la temporada de alta precipitación, cuando la disponibilidad de pasto puede verse limitada. Los resultados de este estudio podrían proporcionar soluciones prácticas y sostenibles para los productores locales, promoviendo una gestión eficiente de los recursos y garantizando una alimentación adecuada para el ganado en condiciones adversas.

Justificación metodológica:

Desde una perspectiva metodológica, este estudio se justifica por la necesidad de generar evidencia empírica que permita evaluar el impacto de la melaza y la urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del

ensilaje de maíz chala bajo condiciones de alta precipitación. La aplicación de un enfoque experimental contribuirá a desarrollar pautas específicas y recomendaciones prácticas para el uso de estos aditivos en la producción de ensilaje. Además, este estudio permitirá reducir la brecha de conocimiento actual sobre la optimización del ensilaje en contextos climáticos y productivos particulares, beneficiando tanto a la investigación científica como a las prácticas agropecuarias en la región de Oxapampa.

1.6. Limitaciones de la investigación

El trabajo de investigación presentó las siguientes limitaciones:

Costos de análisis proximal e in vitro de las muestras:

Los análisis proximal e in vitro de la materia seca de las muestras requirieron una inversión significativa, lo que limitó el envío de un mayor número de muestras al laboratorio de la UTRAM debido al elevado costo de estos servicios.

Costo de insumos y materiales:

La adquisición de melaza, urea y otros insumos, así como los gastos en equipos y herramientas, representaron un desafío económico. Esto restringió la posibilidad de realizar un mayor número de repeticiones en las pruebas de campo del ensilado.

Tiempo de manejo y clima adverso:

El manejo del ensilaje exigió una considerable inversión de tiempo y esfuerzo del personal. Además, las condiciones climáticas adversas, como las altas precipitaciones y los cambios bruscos de temperatura durante las noches y madrugadas en Oxapampa, dificultaron el control de algunas variables intervinientes en el estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Araiza *et al.* (2021) examinaron en el trabajo de investigación “Calidad fermentativa y producción de metano en ensilados de rastrojo de maíz adicionados con nopal fermentado y sin fermentar, obteniendo resultados de materia seca (MS%) 42.0 ± 0.29 , proteína cruda (PC) 6.2 ± 0.55 , fibra detergente neutro (FDN) 53.2 ± 2.31 , fibra detergente ácida (FDA) 23.6 ± 0.06 , y una digestibilidad de la materia seca del 61.8 ± 2.44 , con un pH de 4.3 ± 0.05 ; resultados que son similares al presente trabajo de investigación.

Morand y Balbi (2020), al estudiar el “Maíz para silo de planta entera: efecto de genotipo y altura de corte en la producción y calidad para alimentación animal”, reportó una humedad de 67,25% para el ensilaje del híbrido de maíz YN 126, además de 16.11% de FDN, 29.42% de FDA y una digestibilidad de la materia seca de 65.99%.

Cárdenas *et al.* (2020), reportó en su trabajo “Evaluación cualitativa del ensilado mixto de maíz (*Zea mays*) y especies de árboles forrajeros (*Leucaena leucocephala* y *Brosimum alicastrum*)”, porcentajes de MS de 31.5%, PC con 5.4%, FDN de 55.4% y un pH de 3.7; resultados que son similares al presente trabajo de investigación.

Torres *et al.* (2021), en el trabajo de investigación “Meta análisis para determinar el efecto de los aditivos energéticos sobre el pH de los ensilados de forrajes tropicales”, utilizo un modelo de efectos aleatorios, en el cual los resultados mostraron la eficacia global de los aditivos energéticos de melaza evaluados con un pH = 3.077.

Ochoa y Elita, (2019), al estudiar “Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza”, se registraron valores de 22.9, 24.10 (4% de melaza), así como 23.22 (1,5% urea), el pH fue de 3.48, (4% de melaza) y 4.30 (1,5 urea), además de reportar un color verde amarillo o verde oliva (excelente), olor miel de fruta madura (excelente) y una textura con contornos continuos (bueno).

Saldaña (2019), en el trabajo de investigación “Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza”, organolépticamente, observó un color verde amarillento y tallos con tonalidad más pálida que las hojas; un olor agradable con ligero olor a vinagre y una textura que conservaba sus contornos continuos, además del contenido de proteína fue de 8.04% (4% de melaza), fibra cruda de 26.83% (4% de melaza).

Arce (2021), en su investigación titulada “*Efecto de tres aditivos en la calidad de ensilado de maíz chala (Zea mays) en Bagua – Amazonas*”, evaluó el uso de urea, pulpa de cítrico y melaza como aditivos. Los resultados obtenidos a

los 40 días mostraron los siguientes porcentajes: ceniza (7.58%), digestibilidad (67.46%), extracto libre de nitrógeno (50.19%), fibra detergente ácida (66.26%), fibra detergente neutra (57.77%), fibra cruda (21.56%), humedad (10.61%), proteína cruda (6.65%) y grasa (3.41%).

2.2. Bases teóricas científicas

Origen del maíz chala (*Zea mays*)

Según la FAO (2023), el origen del maíz ha generado diversas teorías a lo largo del tiempo, que van desde su presunto origen asiático, andino y mexicano. Manuel (2020) señala que la domesticación del maíz ocurrió hace aproximadamente cinco mil años en la región de las Balsas en Guerrero, según algunas investigaciones. No obstante, estudios recientes de la UNAM sugieren un proceso más amplio que se habría iniciado hace unos 10 mil años en la región de Jalisco.

El debate sobre el origen del maíz continúa, y comprender este aspecto es crucial no solo en términos académicos, sino también para la evolución y mejora continua de este cultivo. El progreso en el mejoramiento del maíz implica la implementación de programas de mejoramiento rigurosos y la transferencia de características deseables de especies silvestres relacionadas y variedades locales (FAO, 2023).

Taxonomía del maíz chala

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta (o Angiospermae)
- Clase: Liliopsida (Monocotyledoneae)
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae (Gramineae)

- Subfamilia: Panicoideae
- Tribu: Andropogoneae
- Género: *Zea*
- Especie: *mays*.

En el conjunto de agricultores independientes de nuestra nación, así como en áreas particulares, el maíz prevalece como el cultivo principal, siendo la opción de cultivo para la mayoría de los productores (75,6% y 67,2%, respectivamente) (INEI, 1997).

Ensilaje

Tecnología (2020), el concepto de ensilaje se basa en la fermentación del forraje para mantenerlo en un estado muy similar al que tenía cuando estaba fresco. Las bacterias del ácido láctico utilizan los nutrientes contenidos en las células vegetales y que se liberan parcialmente al momento de su muerte para convertirlos en ácido láctico. Esto reduce el pH y evita que otras plagas se desarrollen.

Laiño (2021), menciona que existen tres principales formas de conservación de forrajes son la henificación, el ensilaje y el henolaje. Los animales domésticos generalmente consumen forrajes, desechos de cosecha y subproductos agroindustriales en forma fresca, pero es posible transformarlos, conservarlos y utilizarlos en el futuro durante períodos de escasez de alimentos (Callacná, León y Mendoza, 2014).

Alpízar *et al.* (2014), describe que el ensilaje es la fermentación de carbohidratos solubles del forraje con bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El resultado final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio impide la proliferación de microorganismos. El

oxígeno es dañino para el proceso porque permite que los microorganismos aerobios actúen y descompongan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O. Este proceso permite aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados, al mismo tiempo que mantiene la calidad y la palatabilidad al mismo tiempo que lo proporciona en tiempos de escasez.

Asimismo, Callacná, León y Mendoza (2014), menciona que el uso del ensilaje es común en sistemas de producción animal intensiva en zonas templadas; sin embargo, cuando se decide usar el ensilaje en zonas tropicales, se debe considerar el tipo de sistema de producción y las condiciones climáticas. Solo se deben desechar los excedentes de la producción de forraje, los restos de cosecha y el producto debe tener una alta concentración de proteínas.

Ruiz *et al.* (2007), describen que el ensilaje de maíz se encuentra entre los forrajes conservados más importantes y variados del mundo. Es una mezcla única de grano y fibra digestible, que es una de las principales fuentes de energía para la alimentación de rumiantes y se usa con frecuencia en la alimentación de rumiantes lecheros, mejorando su producción.

Padilla y Zúñiga (1974), en su condición como investigadores, han intentado mejorar el ensilaje de maíz a través de la adición de 18 fuentes nitrogenadas no proteicas (NNP), como urea, sulfato de amonio y otros aditivos, para aprovechar la habilidad de los microorganismos del rumen para sintetizar proteína a partir de compuestos nitrogenados simples. En términos de contenido de materia seca, proteína y fibra cruda, el ensilado con melaza o urea fue estadísticamente superior al ensilado sin aditivos; además, se ha observado que los ensilados de alta calidad tienen un color amarillo verdoso o verde oliva y un olor a miel de fruta madura (Ochoa, 2019).

Se describe que el ensilaje es un método de conservación de forrajes en el que se puede utilizar maíz, pasto de corte o pasto de alfalfa para alimentar al ganado, especialmente durante las sequías o la falta de pasto (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

El análisis económico de la producción y aprovechamiento del ensilaje y el rastrojo de maíz nos permite confirmar que ambas actividades son económicamente rentables porque los ingresos por ventas superan los costos totales de fabricación; la actividad económica de producción de ensilaje de maíz tiene el índice de rentabilidad más alto (Reyes, 2021).

Proceso de ensilar

La mayoría de los cultivos tienen un contenido de sustancia seca superior al 35% y un contenido de hidratos de carbono solubles del 6 al 8% para preparar el ensilado (Ashbell y Weinberg, 2001). En algunos casos, pueden agregarse esterilizantes o conservantes. La acidez producida por la fermentación no bajará hasta el nivel 4,0 de pH deseado si el contenido de humedad del forraje es demasiado alto o el contenido de hidratos de carbono solubles es demasiado bajo (Laiño, 2021).

El ensilaje es un método para preservar el forraje mediante la fermentación láctica espontánea en condiciones anaeróbicas en las siguientes fases (Oude *et al.*, 2001):

Fase aeróbica: La respiración de los materiales vegetales y los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos, como las levaduras y las enterobacterias, hacen que el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuya rápidamente durante esta fase, que dura pocas horas. Además, siempre que el pH se mantenga en el rango normal (pH 6,5-6,0), varias enzimas vegetales,

como las proteasas y las carbohidrasas, realizan una actividad significativa bajo (Laiño, 2021).

Fases de fermentación: El crecimiento de las bacterias enterobacterias aeróbicas facultativas produce ácido fórmico y otros ácidos orgánicos, que toma entre 1 y 2 días. La creación de un ambiente anaeróbico marca el inicio de esta fase. Dependiendo de las características del material ensilado y las condiciones en el momento del ensilaje, puede variar de varios días hasta varias semanas. La actividad de las Bacterias Acido Lácticas (BAC) proliferará y se convertirá en la población predominante si la fermentación se desarrolla con éxito. El pH disminuirá a valores entre 3,8 y 5,0 como resultado de la producción de ácido láctico y otros ácidos (Oude *et al.*, 2001).

Fase estable: pocos cambios ocurren mientras se mantiene el ambiente sin aire. La mayoría de los microorganismos que se encuentran en la Fase 2 disminuyen gradualmente su presencia. En este momento, algunos microorganismos acidófilos permanecen inactivos, mientras que otros, como clostridios y bacilos, mantienen su vida como esporas (Laiño, 2021).

El resultado final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio impide el crecimiento de microorganismos. Este proceso permite aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados, manteniendo la calidad y la palatabilidad a un costo bajo y almacenándolo en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempos de escasez (Ganadero, 2015).

Factores considerados al cosechar el maíz para el ensilaje

Altura de corte: En investigaciones, se ha demostrado que la cosecha de maíz a una altura de entre 30 y 40 centímetros puede mejorar el contenido

energético (debido a la mayor cantidad de almidón), reducir el contenido de fibra y mejorar la digestibilidad (Perulactea, 2016).

Tamaño de partícula: Se recomienda un tamaño de partícula de maíz para ensilar de 0,95 a 1,27 cm y generalmente se redondea a 1 a 1,5 cm. El tamaño de las partículas es crucial al compactar el maíz en un silo. La compactación será más difícil si es demasiado grande porque habrá mucho aire atrapado entre las capas de maíz picado. Si hay una cantidad excesiva de aire, se produce una fermentación aerobia, lo que resulta perjudicial para la calidad del ensilado (Perulactea, 2016).

Compactación: se debe compactar el ensilaje cada 20 cm de maíz, para que no quede aire, el cual causa fermentación (Perulactea, 2016).

Los aditivos: estos vienen a ser 1) Mejoradores de la fermentación, 2) Mejoradores del valor nutritivo y 3) Inhibidores/conservadores. (Perulactea, 2016)

Sellado del silo: cuando se ha llenado el silo, se debe sellar o cubrir con polietileno lo más pronto posible para reducir la exposición al oxígeno, evitar la luz y el agua y proteger contra plagas. Al colocar estos materiales, debemos intentar cubrir la mayor superficie posible (Perulactea, 2016).

Desensilado: determinará las condiciones bajo las cuales el forraje llegará al comedero. Es conveniente que el frente del silo avance diariamente unos 20 cm. y no destapar más silos del que se consume en dos días. Además, para reducir la exposición al aire del producto y evitar su deterioro por fermentaciones no deseadas, se recomienda no remover más el silo del que se use en ese momento (Perulactea, 2016).

Características organolépticas del ensilaje

Las propiedades organolépticas del maíz chala incluyen características sensoriales percibidas por los sentidos, como el tacto, el gusto, la vista y el olfato. El color, el sabor, la textura y el aroma son algunas de estas características. Estas propiedades del maíz chala pueden variar dependiendo de varios factores, incluido el grado de madurez, el método de almacenamiento y el procesamiento. Por ejemplo, el maíz chala puede tener una textura fibrosa, un sabor dulce y un color únicos. Estas características son cruciales para evaluar la calidad y la aceptabilidad del maíz chala para su uso en la alimentación animal y en la industria alimentaria (Guillén *et al.*, 2010).

Ventajas del uso del ensilado

Conservación del valor nutritivo: el ensilaje conserva su sabor y valor nutritivo por varios años, lo que lo convierte en una buena fuente de alimento para el ganado (El campesino, 2019).

Almacenamiento eficiente: un silo de ensilaje almacena más materia seca que un silo de henil, lo que permite un mayor espacio de almacenamiento (Noguer *et al.*, s/f).

Producción máxima de alimento por unidad de superficie: el ensilaje aumenta la aceptabilidad del ganado porque permite la máxima producción de alimento por unidad de superficie (INTA, 2016).

Flexibilidad y reducción de costos: en comparación con otros sistemas de ensilaje, las bolsas de ensilaje ofrecen flexibilidad de almacenamiento y reducción de costos (Agriplastics Community, 2021).

Alimentación animal con ensilaje

En áreas con un alto nivel de sol y lluvias, donde se pueden producir varias cosechas al año, el ensilaje es una excelente opción para la alimentación de la

ganadería. El ensilaje también puede ser una alternativa económica para los criadores de ganado porque permite a los animales aumentar su volumen corporal sin acumular grasa y aumentar su peso cada mes. El ensilaje se utiliza para el manejo intensivo, semi intensivo o estabulado del ganado, y el maíz, la alfalfa y los pastos son algunos de los forrajes más importantes para el ensilaje a nivel mundial (Laiño *et al.*, 2016). El ganado estabulado, intensivo o semi intensivo usa este tipo de alimento (Ganadero, 2015).

García *et al.* (2007), describen que los nutrientes necesarios para el mantenimiento, la producción y la reproducción del ganado se obtienen a través de una variedad de alimentos ingeridos, principalmente forraje (chala, alfalfa, etc.), pastos, alimentos balanceados (concentrados), agua y suplementos. Un adecuado balance entre la cantidad de nutrientes dará como resultado niveles altos de producción sin desmejorar la condición corporal del individuo.

Una razón por la cual los desechos de cosecha adquieren una baja calidad nutritiva es cuando la planta está madura, cuando la proporción de hoja tallo es menor y los nutrientes de alto valor se encuentran en frutos y raíces (Medrano, 1994).

Las principales ventajas del maíz son que aumenta la digestibilidad y se puede combinar con otros productos como la melaza para ofrecer una dieta más completa. Además, requiere poco espacio de almacenamiento y permite que los campos se llenen de otros cultivos; elaborar ensilaje de maíz para vacas lecheras y ganado de engorda (sistema de alimentación intensiva) brinda una fuente de energía efectiva, lo que resulta en un aumento significativo en la producción de carne y leche, lo que aumenta los ingresos económicos (Club Ganadero, 2023).

La mayoría del ensilaje se suministra al ganado dentro del año que sigue a su preparación, pero si se encuentra almacenado y sellado de manera apropiada, el ensilaje de maíz se puede almacenar durante muchos años sin cambios significativos en su composición. Además, el ensilaje se puede mejorar en la palatabilidad y el valor nutritivo agregando productos como melaza, sal y urea, entre otros (Engormix, 2013).

Aditivos en el ensilaje

El proceso de ensilaje de maíz puede utilizar aditivos como ácidos, mezclas de ácidos, sales, enzimas y otros compuestos; algunos de los aditivos más comunes son los inoculantes, que pueden funcionar mejor en silos de leguminosas y gramíneas que en silos de maíz, y las enzimas, como celulasas, hemicelulosas y amilasas, que aumentan los sustratos disponibles para las bacterias ácido-lácticas y mejoran el valor nutritivo de los materiales originales (Bmeditores, 2022).

- **Urea**

La urea es un compuesto químico ampliamente utilizado en la agricultura como fertilizante nitrogenado debido a su alta concentración de nitrógeno, que alcanza aproximadamente el 46% de su composición (Crespo, 2019). Este fertilizante es esencial para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, ya que aporta nitrógeno en una forma que puede ser fácilmente absorbida por las plantas. Se aplica comúnmente antes o durante la siembra, siendo adecuado para una amplia variedad de cultivos, incluyendo cereales, hortalizas y pastos (Morales *et al.*, 2019).

En el ámbito del ensilaje, la urea cumple un papel destacado como aditivo para mejorar la calidad y el valor nutricional del forraje destinado a la alimentación animal.

Según Alejandro y Ospina (2018), al ser incorporada al ensilaje, la urea se hidroliza en amoníaco, lo que inhibe el crecimiento de levaduras y mohos, contribuyendo así a la conservación del forraje. Además, durante el proceso de fermentación, parte del nitrógeno de la urea se convierte en proteínas no degradables en rumen, aumentando el contenido proteico del ensilaje. Esto la convierte en una herramienta valiosa para suplementar dietas de ganado bovino, especialmente en sistemas donde el forraje base puede ser deficiente en nitrógeno o proteína (Crespo, 2019).

Sin embargo, es crucial tener precaución en su uso, ya que cantidades excesivas pueden causar alteraciones en las características organolépticas del ensilado, como el olor o el color, y generar problemas metabólicos en los animales si no se manejan adecuadamente las dosis (Morales *et al.*, 2019).

- **Melaza**

La melaza, un subproducto del procesamiento de la caña de azúcar, es ampliamente utilizada en la elaboración de ensilajes debido a su capacidad para enriquecer el material forrajero, mejorando tanto su calidad como su valor nutricional (Bmeditores, 2022). Este aditivo es una fuente rica en carbohidratos fermentables, lo que facilita el desarrollo de bacterias ácido-lácticas durante el proceso de fermentación, reduciendo el pH y favoreciendo la conservación del forraje.

En el ensilaje de maíz, la melaza no solo promueve una fermentación eficiente, sino que también mejora el sabor y la palatabilidad del producto

final, lo que incentiva el consumo por parte del ganado. Se recomienda una dosificación de 30 a 50 kilogramos de melaza por tonelada de material a ensilar, dependiendo de las características iniciales del forraje. Además, este aditivo ayuda a equilibrar la dieta del ganado, especialmente cuando el ensilaje base tiene un contenido energético bajo (Crespo, 2019).

La adición de melaza es particularmente útil en sistemas de producción donde el forraje principal es fibroso y con baja digestibilidad. La melaza no solo incrementa el contenido energético del ensilado, sino que también puede aumentar la eficiencia alimenticia del ganado, mejorando la productividad en términos de crecimiento, producción de leche o rendimiento cárnico (Bmeditores, 2022).

En resumen, tanto la urea como la melaza son aditivos clave en la mejora del ensilaje, con beneficios que van desde la conservación eficiente del forraje hasta la optimización de su valor nutricional. Su uso estratégico puede contribuir significativamente al manejo sostenible de los recursos forrajeros en sistemas ganaderos (Morales *et al.*, 2019).

- **Aditivos enzimáticos**

Para mejorar la calidad de los ensilados, se utilizan diversas enzimas fibrolíticas exógenas e inoculantes para degradar el material lignocelulósico. Esto se debe a que la hidrólisis enzimática de los carbohidratos estructurales permite que las bacterias los fermenten, ya que esto no es posible debido a la unión con los ácidos ferúlicos y diméricos de la pared celular, que están unidos con lignina y polisacáridos (Bmeditores, 2022).

- **Bacteria ácido lácticas.**

Bmeditores (2022), asegura que es común encontrar mezclas de varios BAL como aditivos para ensilados; estos combinan bacterias heterofementativas y homofermentativas con sales como el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. Debido a que producen una mayor estabilidad aeróbica de los ensilados de una variedad de cultivos, como pastos, cereales o maíz, estas combinaciones son muy útiles para mejorar la conservación de los ensilados.

- **Aditivos químicos**

Los aditivos químicos han disminuido la cantidad de esporas bacterianas como *Bacillus cereus* y *Clostridium spp.* El uso de mezclas de benzoato de sodio, nitrato de sodio, hexamina y propionato de sodio ha demostrado inhibir las esporas en ensilados con alta humedad (Bmeditores, 2022).

2.3. Definición de términos básicos

Calidad nutritiva: se refiere a la composición y disponibilidad de nutrientes esenciales en un alimento o cultivo, incluye la concentración de nutrientes como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales.

Producción vegetal: hace referencia al proceso de cultivo y cosecha de plantas con el propósito de obtener productos agrícolas, ya sea para consumo humano, alimentación animal, uso industrial u otros fines económicos.

Necesidades nutricionales, del ganado se refieren a los requerimientos de proteínas, energía, minerales, vitaminas y agua que deben cubrirse mediante una dieta adecuada. Estos requisitos varían dependiendo de la edad, sexo, etapa de desarrollo y reproductiva del animal.

Materia seca, es lo que queda después de que el agua que contiene se ha evaporado. La materia seca es importante porque es un indicador de la cantidad de nutrientes disponibles para los animales en un alimento en particular.

Clorofila, es un pigmento verde que se encuentra en plantas, algas y algunas bacterias. Es el responsable del color verde característico de estos organismos y juega un papel fundamental en la fotosíntesis, en la que la energía luminosa se convierte en energía química.

Ensilaje, es un método de conservación del forraje que se basa en la fermentación láctica del pasto, lo que genera ácido láctico y reduce el pH a menos de 5. Este método conserva mucho mejor las cualidades nutritivas del pasto original que el heno, pero requiere mayores inversiones y experiencia para obtener un producto de alta calidad.

Características organolépticas, son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene una materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como su sabor, textura, olor, color, sonido o temperatura.

Aditivos, son sustancias que se agregan a otros productos para mejorar o cambiar sus características. Los aditivos para el ensilaje pueden incluir enzimas, ácidos, sales e inoculantes microbianos, entre otros, que se utilizan para mejorar la calidad, conservación y valor nutricional del ensilaje.

Fermentación, es un proceso anaeróbico que implica la conversión de azúcares en ácidos orgánicos, principalmente láctico y acético. Este proceso se lleva a cabo a través de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles del forraje, produciendo ácido láctico y, en menor cantidad, ácido acético.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H_I: La melaza y la urea tienen efecto diferenciado en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H₀: No existe diferencia entre la melaza y la urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H_a: Existe diferencia entre la melaza y la urea en las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1 (HE1):

H_I: La melaza y la urea tienen efecto diferenciado en las características organolépticas del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H₀: No existe diferencia entre la melaza y la urea en las características organolépticas del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H_a: Existe diferencia entre la melaza y la urea en las características organolépticas del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

Hipótesis específica 2 (HE2):

H₁: La melaza y la urea tienen efecto diferenciado en la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H₀: No existe diferencia entre la melaza y la urea en la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

H_a: Existe diferencia entre la melaza y la urea en la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala (*Zea mays*) en periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

2.5. Identificación de variables

Se evaluaron las siguientes variables:

Variable Independiente:

Aditivos para el ensilado: Melaza al 4%, urea al 1.5 %.

Variable Dependiente:

- Características Organolépticas: pH, color, olor y textura.
- Calidad nutricional: Proteína Cruda (PC), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra Cruda (FC), Ceniza y Grasa.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Sistema de variables e indicadores

En esta tesis las variables independientes fueron los “Aditivos”. De la misma forma las variables dependientes son: “Características organolépticas y Calidad Nutricional”.

Esquema del sistema de variables e indicadores

A continuación, se presentan las variables involucradas en el problema de investigación, así como los indicadores para medirlas (Tabla 1).

Tabla 1. Esquema de variables e indicadores de medición

Variables	Independiente	Dependiente	Indicador (Escala)	Dependiente	Indicador (Escala)
	Tipos de aditivos	Características organolépticas		Calidad Nutricional	
Dimensión o Factor	Sin aditivo	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Textura. - Color. - Olor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Numérico - Percepción visual. - Color - Percepción olfativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteína Cruda (PC). - Extracto libre de nitrógeno (ELN). - Fibra Cruda (FC). - Ceniza. - Grasa. 	(%) (%) (%) (%) (%)
	- Melaza al 4%	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Textura. - Color. - Olor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Numérico - Percepción táctil - Color - Percepción olfativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteína Cruda (PC). - Extracto libre de nitrógeno (ELN). - Fibra Cruda (FC). - Ceniza. - Grasa. 	(%) (%) (%) (%) (%)
	- Urea al 1.5 %	<ul style="list-style-type: none"> - pH. - Textura. - Color. - Olor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Numérico - Percepción visual. - Color - Percepción olfativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteína Cruda (PC). - Extracto libre de nitrógeno (ELN). - Fibra Cruda (FC). - Ceniza. - Grasa. 	(%) (%) (%) (%) (%)

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue experimental, ya que implica la aplicación y manipulación controlada de variables para observar los efectos y relaciones de causa y efecto. En esta investigación, se manipulan los aditivos (4% de melaza y 1.5% de urea) y se analizaron cómo las características organolépticas y la calidad nutricional del ensilaje de maíz chala se ven influenciadas por las condiciones de alta precipitación.

Lugar y fecha de estudio.

El trabajo de tesis se desarrollará en el Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) – UNDAC de Peñaflores, que se encuentra en el distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa, región de Pasco. El estudio se desarrolló entre enero y agosto de 2024 (fase de campo de enero a abril, fase de gabinete hasta agosto).

3.2. Nivel de Investigación

Esta investigación se situó en un nivel de investigación cuantitativo - aplicado. Al manipular conscientemente los aditivos (melaza y urea) en el proceso de ensilaje de maíz chala y luego observar cómo estas alteraciones afectan las características organolépticas y la calidad nutricional, se establece una estructura experimental para examinar los efectos de estas variables en un contexto específico: el periodo de alta precipitación en Oxapampa – Pasco.

3.3. Método de investigación

a) Del ensilaje del maíz chala

El maíz chala, dejando definido 30 cm de tallo (base) luego se ha picado, y colocado en los baldes, (micro silos) estos fueron compactados cada 20 cm que se agrega el maíz picado. (los baldes deben estar debidamente identificados).

b) De la adición de aditivos

La incorporación de los aditivos se realizó de la siguiente manera:

- Melaza: Se aplicó directamente sobre cada balde o unidad experimental.
- Urea: Se agregó de manera uniforme en cada balde o unidad experimental.

c) De la evaluación de trabajo de campo

Olor: la evaluación del olor en el ensilaje se realizó mediante la percepción olfativa. Al abrir el silo o contenedor, se olió el material para detectar posibles olores anormales. Un olor agradable y ácido fue considerado indicativo de un buen ensilaje, mientras que un olor a alcohol fue señal de fermentación por levaduras, lo que podría haber reducido la

ingestión de materia seca. Por otro lado, un olor rancio, pútrido o a moho afectaba negativamente la calidad del ensilaje.

Color: la evaluación del color del ensilaje se realizó visualmente. El color característico del ensilaje de maíz de buena calidad fue amarillo verdoso. Durante la inspección, se buscó un color uniforme y una buena compactación, ya que el color fue un indicador de la calidad del ensilaje y su madurez.

pH: *1) Toma de muestra:* se extrajo una muestra representativa del ensilaje. Se mezcló bien antes de su toma, dado que el pH podía variar en diferentes partes del silo. *2) Preparación de la muestra:* se homogeneizó la muestra y, cuando fue necesario, se trituró para obtener una consistencia más uniforme. *3) Medición del pH:* se utilizó un medidor de pH calibrado, introduciendo el electrodo directamente en la muestra de ensilaje para obtener la lectura.

Textura: la evaluación de la textura del ensilaje se realizó de manera visual y táctil. Durante la inspección, se buscó una textura uniforme y bien compactada. El ensilaje debía sentirse firme al tacto y mantener su forma, lo que indicaba un buen proceso de compactación el cual tendrá calificativo de bueno.

d) De la evaluación de las muestras de laboratorio

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en el cual fueron procesadas para determinar los porcentajes de las características nutricionales en la época de alta precipitación.

e) De la toma de datos.

El cuaderno de campo se utilizó para registrar los datos tanto del campo como del laboratorio.

3.4. Diseño de investigación

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA), siendo el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = u + A_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta del j -ésima muestra, correspondiente al i -ésimo aditivo (Observación al azar).

u = Media general.

A_j = Efecto del i -ésimo aditivo

E_{ij} = Valor residual debido a la j -ésima muestra, correspondiente al i -ésimo aditivo (Error experimental)

Asimismo, se empleó la prueba de significación de Duncan (0.05 de error) para contrastar las hipótesis en diferentes variables en estudio.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población con la cual se trabajó fue el ensilado del maíz chala (*Zea mays*) cosechada durante la época de alta precipitación en el distrito de Oxapampa.

3.5.2. Muestra

El tamaño de la muestra fueron 4 unidades experimentales (baldes usados como micro silos) por los tres tratamientos, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron tomados en un cuaderno de campo (fichas de registro), mediante la técnica de análisis de datos en la zona de estudio, tal como estuvo mencionado en la metodología de trabajo.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección del instrumento de investigación se realizó tomando en consideración el diseño y el croquis del experimento planteado el presente trabajo de investigación, el que se presenta en la siguiente tabla:

Técnicas	Instrumentos
Análisis documentario	Ficha de registro de datos de campo.

La validación y la confiabilidad se determinó tomando como referencia los valores de coeficiente de variabilidad (C.V.) y el coeficiente de determinación (r^2), analizadas por cada variable de acuerdo al análisis de variancia.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados en la zona de estudio fueron procesados utilizando herramientas de gabinete, como Excel para la organización inicial de la información, SPSS para el análisis de variables cualitativas, e InfoStat para las variables cuantitativas. Se calcularon parámetros estadísticos tales como el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad, el coeficiente de determinación, y se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) factorial para contrastar la hipótesis planteada. Posteriormente, los datos procesados fueron analizados e interpretados conforme a los parámetros establecidos, con el fin de extraer conclusiones y formular recomendaciones sobre el tema de estudio.

3.9. Tratamiento estadístico

Los tratamientos en estudio fueron constituidos por diferentes factores de estudio, que se detallan a continuación:

Factores aditivos (3 niveles).

- Aditivo 1 = Testigo (sin aditivo)
- Aditivo 2 = Melaza al 4 %
- Aditivo 3 = Urea al 1.5 %

Repeticiones:

- R_1 = Balde 1
- R_2 = Balde 2
- R_3 = Balde 3
- R_4 = Balde 4

Tabla 2. Croquis del experimento

Tipos de Aditivos	Repetición (baldes)			
	R_1	R_2	R_3	R_4
A_1	A_1R_1	A_1R_2	A_1R_3	A_1R_4
A_2	A_2R_1	A_2R_2	A_2R_3	A_2R_4
A_3	A_3R_1	A_3R_2	A_3R_3	A_3R_4

A_1 = Testigo (Sin aditivos), A_2 = Melaza al 4%, A_3 = Urea al 1.5 %, R_1 = muestra 1 uno, R_2 = muestra dos, R_3 = muestra tres, R_4 = muestra cuatro.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El trabajo de investigación guarda una relación armoniosa con la naturaleza, siendo ético su procedimiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para las características organolépticas

La evaluación del ensilaje se realizó mediante la percepción del olor, color, pH y textura. Se olió para detectar olores anormales, como alcohol o moho, que afectaban su calidad. El color se evaluó visualmente, buscando un tono amarillo verdoso uniforme. El pH se midió con un medidor calibrado tras extraer y homogeneizar la muestra. La textura se evaluó visual y táctilmente, buscando una compactación firme e uniforme.

Para calidad nutritiva

Para determinar los porcentajes de proteína, fibra, grasa, humedad, ceniza y extracto libre de nitrógeno, se enviaron muestras de forraje ensilado, previamente secas y molidas, de cada unidad experimental y tratamiento al laboratorio para su análisis correspondiente.

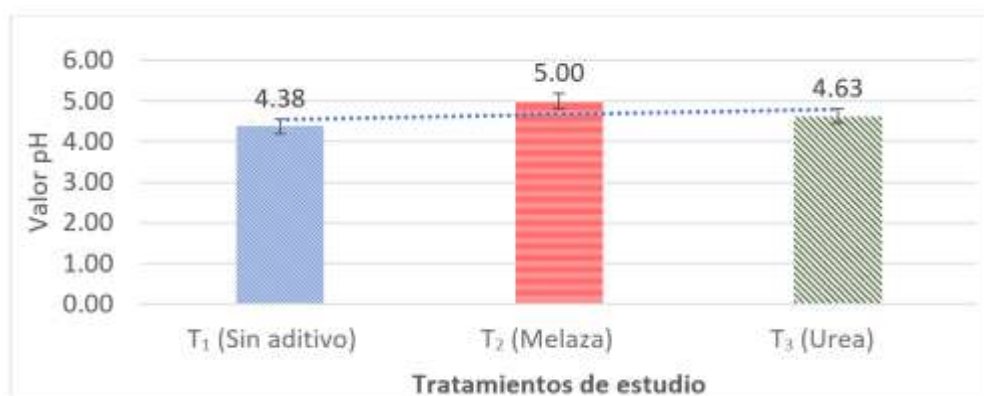
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para características organolépticas.

a) pH del ensilado.

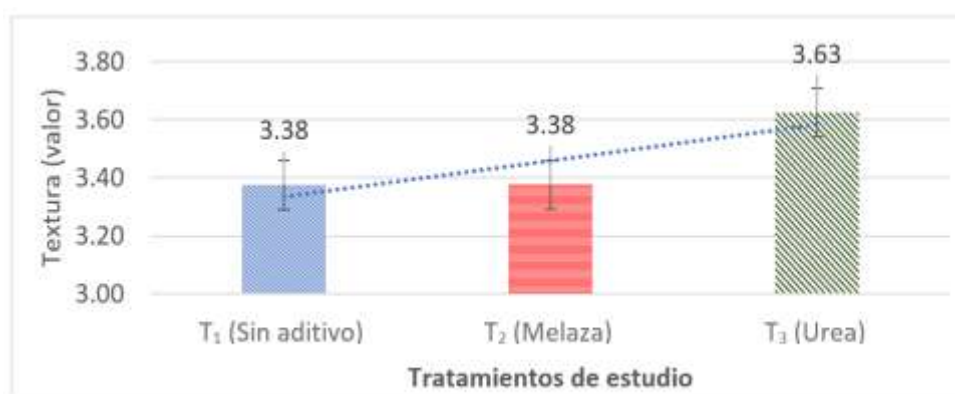
El Gráfico 1 presenta los valores de pH obtenidos para los tres tratamientos evaluados: T₁ (sin aditivo), T₂ (melaza) y T₃ (urea). El tratamiento T₂ (melaza) registró el pH más elevado (5.00 ± 0.41), seguido de T₃ (urea) con 4.63 ± 0.48 , mientras que T₁ (sin aditivo) mostró el valor más bajo (4.38 ± 0.48). Estos resultados sugieren que la melaza tuvo el mayor efecto en la estabilización del pH, mientras que la urea también contribuyó a un aumento en comparación con el tratamiento sin aditivos, consolidándose la melaza como el aditivo más efectivo en este aspecto.

Gráfico 1. pH del ensilado.



b) Textura del ensilado.

Gráfico 2. Textura (valor)



El Gráfico 2 muestra los valores de textura obtenidos para los tres tratamientos: T₁ (sin aditivo) y T₂ (melaza) registraron ambos un valor de 3.38 ± 0.25 y 3.38 ± 0.48 , respectivamente, mientras que T₃ (urea) presentó un valor de 3.63 ± 0.25 . Estos resultados indican que la adición de urea mejoró la textura del ensilado, mientras que la melaza no generó un efecto significativo en comparación con el tratamiento sin aditivos.

c) Color.

La Tabla 3 presenta los resultados del color del ensilado para tres tratamientos. En los tratamientos T₁ (sin aditivo) y T₂ (melaza), el 100% de las muestras se clasificaron como "verde amarillo", lo que indica un perfil de color uniforme. En cambio, el tratamiento T₃ (urea) mostró una distribución distinta, con el 50% de las muestras clasificadas como "verde amarillo" y el 50% como "verde oscuro". Esto sugiere que la adición de urea influyó en la percepción del color del ensilado, generando variabilidad en comparación con los tratamientos sin aditivos y con melaza, lo que podría reflejar su efecto en el proceso de fermentación.

Tabla 3. Color del ensilado

Tratamiento de estudio	Color	Frecuencia	Porcentaje
T ₁ (Sin aditivo)	Verde amarillo	4	100.0
T ₂ (Melaza)	Verde amarillo	4	100.0
T ₃ (Urea)	Verde amarillo	2	50.0
	Verde oscuro	2	50.0

d) Olor.

La Tabla 4 presenta los resultados sobre el olor del ensilado en función de tres tratamientos diferentes. En los tratamientos T₁ (sin aditivo) y T₂

(melaza), el 75% de las muestras se clasificaron como "agradable", lo que sugiere un perfil de olor predominantemente positivo. Sin embargo, un 25% de las muestras en ambos tratamientos presentaron olores no deseados: "ligeramente hongueado" en T₁ y "ranciado" en T₂. En el tratamiento T₃ (urea), solo el 50% de las muestras fueron clasificadas como "agradable", mientras que el 25% fueron "ligeramente hongueado" y otro 25% "ranciado". Esto sugiere que la adición de urea impactó negativamente el olor del ensilado, aumentando la variabilidad en comparación con los tratamientos sin aditivos y con melaza.

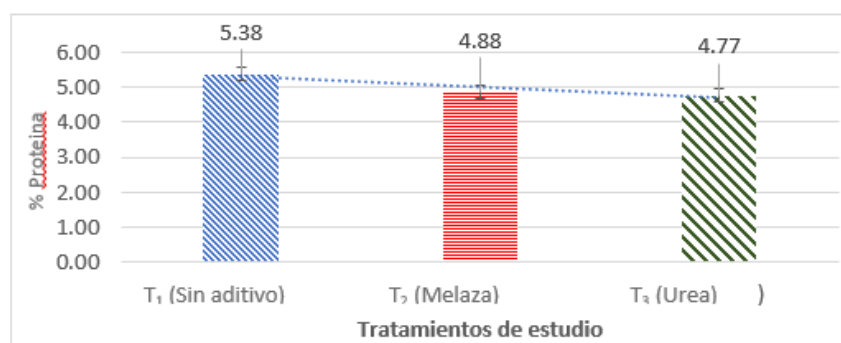
Tabla 4. Olor del ensilado

Tratamiento	Olor	Frecuencia	Porcentaje
T ₁ (Sin aditivo)	Agradable	3	75.0
	Ligeramente hongueado	1	25.0
T ₂ (Melaza)	Agradable	3	75.0
	Ranciado	1	25.0
T ₃ (Urea)	Agradable	2	50.0
	Ligeramente hongueado	1	25.0
	Ranciado	1	25.0

Para calidad nutritiva.

a) Porcentaje de proteína (%)

Gráfico 3. Porcentaje de proteína (%)

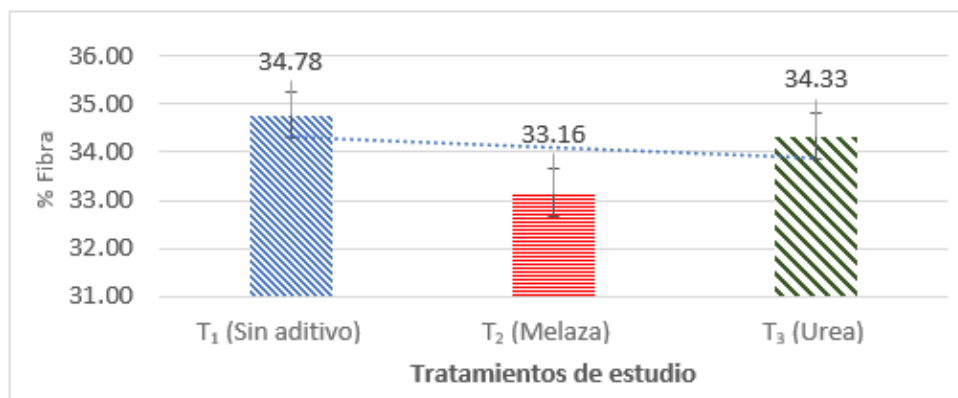


El Gráfico 3 muestra los porcentajes de proteína en tres tratamientos de ensilado: T₁ (sin aditivo), T₂ (melaza) y T₃ (urea). T₁ presentó el mayor contenido proteico ($5.38 \pm 1.26\%$), seguido de T₂ ($4.88 \pm 0.26\%$) y T₃ ($4.77 \pm 0.53\%$). Esto sugiere que el tratamiento sin aditivos conservó un mayor nivel de proteína, mientras que la adición de melaza y urea disminuyó ligeramente el contenido proteico en comparación con T₁, sin mostrar mejoras significativas.

b) Porcentaje de fibra cruda (%)

El Gráfico 4 muestra el porcentaje de fibra en el ensilado según el tratamiento, con T₁ (sin aditivo) alcanzando el mayor promedio de fibra ($34.78\% \pm 1.23$), seguido de T₃ (urea) con $34.33\% \pm 1.83$ y T₂ (melaza) con el valor más bajo ($33.16\% \pm 1.46$). Estos resultados indican que el tratamiento sin aditivos mantiene el contenido de fibra más alto, mientras que la melaza lo reduce levemente y la urea no genera un cambio significativo. En cuanto a la variabilidad, T₁ presenta la menor desviación estándar, lo que refleja mayor consistencia, mientras que T₃ muestra mayor dispersión en los resultados.

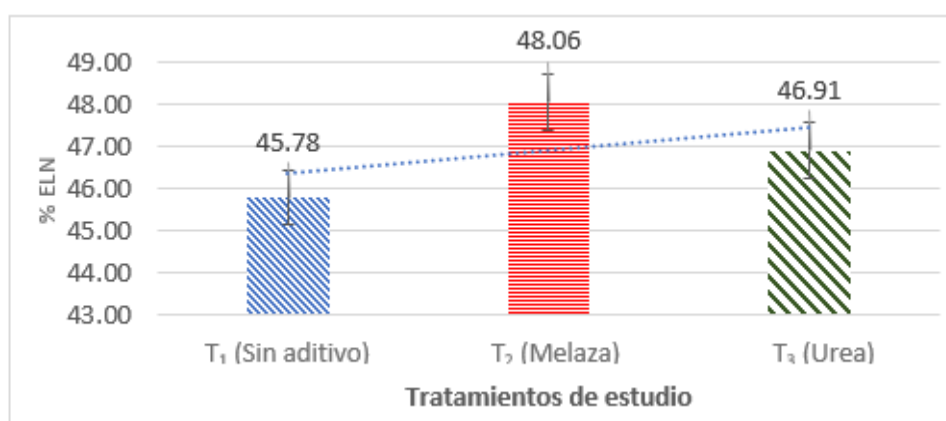
Gráfico 4. Porcentaje de fibra cruda (%)



Extracto libre de nitrógeno (%)

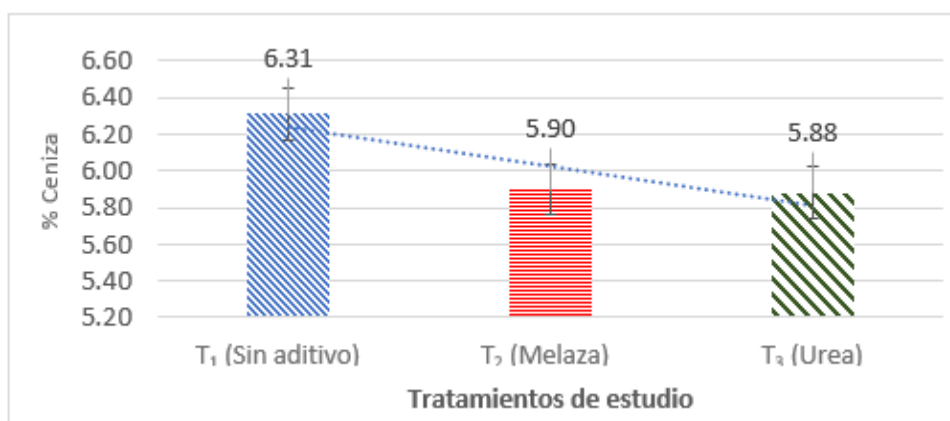
El Gráfico 5 presenta el porcentaje de extracto libre de nitrógeno en el ensilado para los diferentes tratamientos. T₂ (melaza) mostró el promedio más alto ($48.06\% \pm 0.79$), seguido de T₃ (urea) con $46.91\% \pm 0.73$ y T₁ (sin aditivo) con $45.78\% \pm 1.97$. Estos resultados indican que la adición de melaza incrementa significativamente el contenido de extracto libre de nitrógeno, mientras que la urea también genera un aumento, aunque en menor proporción. En términos de consistencia, T₁ presentó la mayor variabilidad, mientras que T₃ exhibió la menor desviación estándar, lo que refleja una mayor uniformidad en este último tratamiento. Este impacto es relevante para la alimentación animal, ya que un mayor contenido de extracto libre de nitrógeno, especialmente con melaza, mejora la disponibilidad de energía rápidamente fermentable para el ganado, optimizando su rendimiento productivo.

Gráfico 5. Extracto libre de nitrógeno (%)



c) Porcentaje ceniza (%)

Gráfico 6. Porcentaje de ceniza (%)



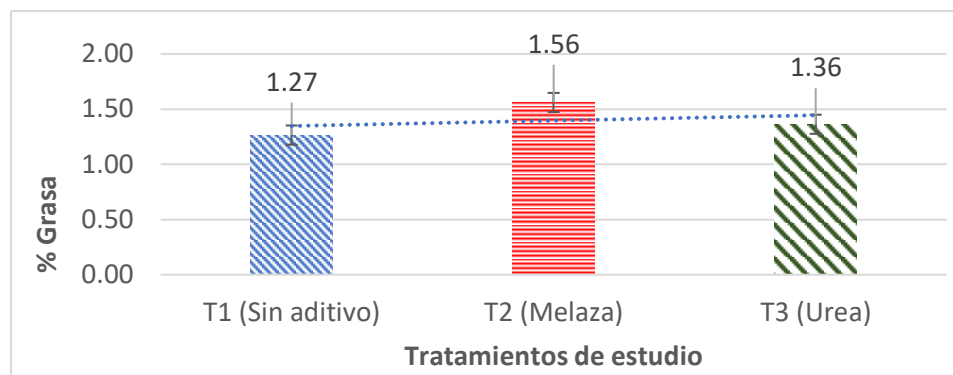
El gráfico 6 muestra el porcentaje de ceniza en el ensilado según el tratamiento, destacando que T₁ (sin aditivo) presenta el mayor promedio de ceniza ($6.31\% \pm 0.89$), seguido por T₂ (melaza) con $5.90\% \pm 0.31$ y T₃ (urea) con $5.88\% \pm 0.35$. Estos resultados sugieren que el tratamiento sin aditivos contiene el mayor porcentaje de ceniza, mientras que los tratamientos con melaza y urea presentan valores similares y ligeramente más bajos. En términos de variabilidad, T₁ muestra la mayor dispersión, mientras que T₂ refleja la mayor consistencia en los resultados, con la menor desviación estándar.

d) Porcentaje de grasa (%)

El gráfico 7 presenta el porcentaje de grasa en el ensilado según el tratamiento, destacando que T₂ (melaza) tiene el promedio más alto ($1.56\% \pm 0.32$), seguido por T₃ (urea) con $1.36\% \pm 0.32$ y T₁ (sin aditivo) con el promedio más bajo de $1.27\% \pm 0.31$. Estos resultados sugieren que la inclusión de melaza aumenta significativamente el contenido de grasa en el ensilado, mientras que la urea también contribuye a un incremento, aunque

en menor proporción. En cuanto a la consistencia, todos los tratamientos exhiben una variabilidad similar, como se refleja en las desviaciones estándar, que son bastante cercanas entre sí.

Gráfico 7. Porcentaje de grasa (%)



4.3. Prueba de hipótesis

Para las características organolépticas.

a) Valor de pH.

El análisis de varianza (ANOVA) no identificó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. La variabilidad entre las unidades experimentales fue del 9.78 % del total, con un coeficiente de confiabilidad del 60 % (detalles en los anexos).

La prueba de Duncan para el pH indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos T₁ (sin aditivo), T₂ (melaza) y T₃ (urea), ya que todos comparten la misma letra ("a") en sus medias. Esto sugiere que, a un nivel de significancia del 5% ($p > 0.05$), las diferencias observadas en el pH no son relevantes. Aunque T₂ con melaza presenta el pH promedio más alto (5.00 ± 0.41), seguido de T₃ (4.63 ± 0.48) y T₁ (4.38 ± 0.48), estas variaciones no son suficientemente marcadas. Además, la baja desviación estándar en todos los tratamientos refleja una consistencia en los datos,

reafirmando que el tipo de aditivo no influye significativamente en el pH (ver Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de Duncan para pH.

Tratamiento		T1	T2	T3
		(Sin aditivo)	(Melaza)	(Urea)
Repetición	R ₁	4.00	4.50	5.00
	R ₂	5.00	5.00	5.00
	R ₃	4.50	5.50	4.50
	R ₄	4.00	5.00	4.00
Promedio		4.38 ^a	5.00 ^a	4.63 ^a
Desviación estandar		0.48	0.41	0.48

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b) Textura (valor)

Al llevar a cabo el ANOVA, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Además, se registró un coeficiente de variabilidad homogéneo en las unidades experimentales (C.V. = 9.94 %) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2 = 54$ %), según se detalla en los anexos.

La Tabla 6 muestra los resultados de la prueba de Duncan para la textura del ensilado, revelando que los promedios de textura para los tratamientos T₁ (sin aditivo) y T₂ (melaza) son iguales, ambos con un valor de $3.38 (\pm 0.25$ y ± 0.48 , respectivamente), mientras que T₃ (urea) presenta un promedio de 3.63 ± 0.25 . Al compartir una letra común (a), se concluye que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T₁ y T₂ ($p > 0.05$). A pesar de que T₃ muestra un promedio ligeramente superior, también se agrupa con

los otros dos tratamientos, lo que sugiere que todos tienen texturas comparables en el ensilado, sin diferencias significativas en este aspecto.

Tabla 6. Prueba de Duncan para textura (valor).

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)
Repetición	R ₁	3.00	3.50	3.50
	R ₂	3.50	4.00	3.50
	R ₃	3.50	3.00	4.00
	R ₄	3.50	3.00	3.50
Promedio		3.38 ^a	3.38 ^a	3.63 ^a
Desviación estándar		0.25	0.48	0.25

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Para calidad nutritiva:

a) Porcentaje de proteína (%).

Después de realizar el ANOVA para evaluar el porcentaje de proteína, se observó que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Este análisis proporcionó un coeficiente de variabilidad del 16.06 % y un coeficiente de confiabilidad de $r^2 = 63$ %.

Tabla 7. Prueba de Duncan para porcentaje de proteína (%).

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)
Repetición	R ₁	4.40	5.03	4.66
	R ₂	4.35	4.50	5.08
	R ₃	5.75	4.94	4.07
	R ₄	7.00	5.05	5.26
Promedio		5.38 ^a	4.88 ^a	4.77 ^a
Desviación estándar		1.26	0.26	0.53

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 7 muestra los resultados de la prueba de Duncan para el porcentaje de proteína en el ensilado, con promedios de 5.38 ± 1.26 % para

T₁ (sin aditivo), 4.88 ± 0.26 % para T₂ (melaza) y 4.77 ± 0.53 % para T₃ (urea). Dado que todos los tratamientos comparten la letra común (a), no se observan diferencias significativas en los porcentajes de proteína ($p > 0.05$). Esto sugiere que la adición de melaza y urea no influye de manera significativa en el contenido proteico del ensilado en comparación con el tratamiento sin aditivos.

b) Porcentaje de fibra (%).

Al realizar el ANOVA, no se identificaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Se observó un coeficiente de variabilidad homogéneo en las unidades experimentales (C.V. = 4.48 %) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2 = 61$ %), como se detalla en los anexos.

Tabla 8. Prueba de Duncan para porcentaje de fibra cruda (%).

Tratamiento		T ₁	T ₂	T ₃
		(Sin aditivo)	(Melaza)	(Urea)
Repetición	R ₁	36.13	31.44	32.82
	R ₂	35.43	35.00	33.23
	R ₃	33.43	33.26	36.90
	R ₄	34.12	32.94	34.38
Promedio		34.78 ^a	33.16 ^a	34.33 ^a
Desviación estándar		1.23	1.46	1.83

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 8 presenta los resultados de la prueba de Duncan para el porcentaje de fibra cruda en el ensilado, con promedios de 34.78 ± 1.23 % para T₁ (sin aditivo), 33.16 ± 1.46 % para T₂ (melaza) y 34.33 ± 1.83 % para T₃ (urea). Todos los tratamientos comparten la letra común (a), lo que indica que no existen diferencias significativas en el porcentaje de fibra cruda entre

ellos ($p > 0.05$). Estos resultados sugieren que la adición de melaza o urea no modifica significativamente el contenido de fibra cruda en el ensilado, reflejando una homogeneidad en la calidad del ensilado obtenido con los distintos tratamientos.

c) Porcentaje de extracto libre de nitrógeno (ELN) (%).

Tras realizar el análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de extracto libre de nitrógeno, se confirmó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis reveló un coeficiente de variabilidad del 2.77 % y un coeficiente de confiabilidad de $r^2 = 61$ %, lo que indica que los tratamientos no afectan de manera significativa este parámetro (ver Anexos).

Tabla 9. Prueba de Duncan para extracto libre de nitrógeno (%).

Tratamiento		T ₁	T ₂	T ₃
		(Sin aditivo)	(Melaza)	(Urea)
Repetición	R ₁	43.33	48.54	47.49
	R ₂	46.27	47.53	47.58
	R ₃	48.09	47.25	46.40
	R ₄	45.43	48.91	46.17
Promedio		45.78 ^b	48.06 ^a	46.91 ^{ab}
Desviación estándar		1.97	0.79	0.73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 9 muestra los resultados de la prueba de Duncan para el extracto libre de nitrógeno en el ensilado, con promedios de 45.78 ± 1.97 % para T₁ (sin aditivo), 48.06 ± 0.79 % para T₂ (melaza) y 46.91 ± 0.73 % para T₃ (urea). Los tratamientos T₂ y T₃ presentan una letra común (ab), lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). Sin embargo, T₂ muestra un promedio significativamente más alto (a) en comparación con T₁,

lo que sugiere que la adición de melaza incrementa de manera significativa el contenido de extracto libre de nitrógeno en el ensilado, mientras que el uso de urea también contribuye, aunque en menor medida. Estos hallazgos resaltan la importancia de los aditivos en la mejora de la calidad nutricional del ensilado.

d) Porcentaje de ceniza (%).

El análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de ceniza reveló que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que estos no afectan el contenido de ceniza. Se obtuvo un coeficiente de variabilidad del 9.58 % y un coeficiente de confiabilidad de $r^2 = 64 \%$, lo que sugiere que los tratamientos evaluados tienen un efecto similar sobre este parámetro.

Tabla 10. Prueba de Duncan para porcentaje de ceniza (%).

Tratamiento		T ₁	T ₂	T ₃
		(Sin aditivo)	(Melaza)	(Urea)
Repetición	R ₁	7.61	5.83	6.23
	R ₂	6.13	5.71	6.10
	R ₃	5.72	6.35	5.46
	R ₄	5.78	5.70	5.74
Promedio		6.31 ^a	5.90 ^a	5.88 ^a
Desviación estándar		0.89	0.31	0.35

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 10 presenta los resultados de la prueba de Duncan para el porcentaje de ceniza en el ensilado, con promedios de 6.31 ± 0.89 % para T₁ (sin aditivo), 5.90 ± 0.31 % para T₂ (melaza) y 5.88 ± 0.35 % para T₃ (urea). Todos los tratamientos comparten la letra común (a), lo que indica que no existen diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). Esto sugiere que la inclusión de melaza o urea no altera de manera significativa el contenido de ceniza en el ensilado en comparación con el tratamiento sin aditivos. Los resultados reflejan una similitud en la calidad del ensilado respecto al contenido de ceniza independientemente del tipo de aditivo utilizado.

e) Porcentaje de grasa (%).

El análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de grasa mostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los distintos aditivos (tratamientos). Los resultados indicaron un coeficiente de variabilidad del 22.86 % y un coeficiente de confiabilidad de $r^2 = 56$ %.

Tabla 11. Prueba de Duncan para porcentaje de grasa (%)

Tratamiento		T ₁	T ₂	T ₃
		(Sin aditivo)	(Melaza)	(Urea)
Repetición	R ₁	1.29	1.86	1.77
	R ₂	1.68	1.30	1.33
	R ₃	1.14	1.82	0.98
	R ₄	0.95	1.26	1.37
Promedio		1.27 ^a	1.56 ^a	1.36 ^a
Desviación estándar		0.31	0.32	0.32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 11 presenta los resultados de la prueba de Duncan para el porcentaje de grasa en el ensilado, con promedios de 1.27 ± 0.31 % para T₁ (sin aditivo), 1.56 ± 0.32 % para T₂ (melaza) y 1.36 ± 0.32 % para T₃ (urea). Todos los tratamientos comparten la letra común (a), lo que indica que no existen diferencias significativas en el porcentaje de grasa entre ellos ($p > 0.05$). Esto sugiere que la adición de melaza o urea no influye de manera significativa en el contenido graso del ensilado en comparación con el tratamiento sin aditivos, reflejando una similitud en la calidad del ensilado respecto a este parámetro.

4.4. Discusión de resultados

Para características organolépticas.

a) pH del ensilado.

Los resultados de este estudio revelan un pH promedio de 4.67 ± 0.46 , que es significativamente más alto que los reportados por Cárdenas *et al.* (2020), quienes documentaron un pH de 3.7 en su evaluación cualitativa del ensilado mixto de maíz (*Zea mays*) y especies de árboles forrajeros (*Leucaena leucocephala* y *Brosimum alicastrum*). Además, Torres Martínez *et al.* (2021), en un meta-análisis sobre el efecto de aditivos energéticos en el pH de los ensilados de forrajes tropicales, encontraron un pH global de 3.077 mediante un modelo de efectos aleatorios. Ochoa y Elita (2019) también contribuyeron a esta discusión al estudiar el ensilado de maíz chala con la adición de urea y melaza, reportando pH de 3.48 (con 4% de melaza) y 4.30 (con 1.5% de urea). Estos resultados sugieren que los ensilados de este estudio, con un pH más alto, podrían presentar menor estabilidad y calidad

en comparación con aquellos que incorporaron aditivos energéticos, lo que podría afectar negativamente su conservación y valor nutricional.

b) Textura del ensilado.

Los resultados de este estudio revelan una textura promedio de 3.46 ± 0.33 , clasificada como buena. Este hallazgo se alinea con los reportes de Ochoa y Elita (2019), quienes registraron valores de textura de 22.9 y 24.10 para el tratamiento con 4% de melaza, y 23.22 para el de 1.5% de urea, todos indicando contornos continuos y buena calidad. Asimismo, Saldaña (2019) observó organolépticamente texturas similares en microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. Estos resultados sugieren que las condiciones de procesamiento y los aditivos empleados en este estudio contribuyeron a la obtención de un ensilado de calidad, lo que podría aumentar su aceptación y valor nutricional, además, fue el resultado de la evaluación visual y táctil.

c) Color.

Los resultados de este estudio son consistentes con los hallazgos de Ochoa y Elita (2019), quienes, en su investigación sobre la "Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza," registraron un color verde amarillo o verde oliva, considerado excelente. Asimismo, Saldaña (2019), en su trabajo titulado "Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza," observó organolépticamente un color verde amarillento en los ensilados, así como tallos con una tonalidad más pálida que las hojas en tratamientos que incluían un 4% de melaza, junto con un contenido de fibra cruda del 26.83%. Estos resultados indican que las condiciones de procesamiento y los aditivos

utilizados favorecen la obtención de un color atractivo en el ensilado, lo que puede influir en su aceptación y calidad percibida.

d) Olor.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Ochoa y Elita (2019) en su investigación sobre la "Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza," donde describieron un olor a miel de fruta madura, considerado excelente. De manera similar, Saldaña Benavides (2019), en su estudio titulado "Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza," observó organolépticamente un olor agradable, con una ligera nota de vinagre. Estos resultados sugieren que los ensilados evaluados en este estudio presentan características sensoriales positivas en cuanto al olor, lo que podría mejorar su aceptabilidad y calidad general.

Para la calidad nutritiva.

a) Porcentaje de proteína (%)

El porcentaje promedio de proteína cruda obtenido en este estudio (5.01 ± 0.68 %) es similar al reportado por Cárdenas et al. (2020), quienes encontraron un 5.4 % en el ensilado mixto de maíz y especies forrajeras (*Leucaena leucocephala* y *Brosimum alicastrum*). En contraste, Saldaña (2019) reportó un mayor contenido de proteína (8.04 %) en microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza, lo que refleja la influencia de los aditivos. Por su parte, Arce (2021) registró un 6.65 % de proteína cruda a los 40 días en ensilados de maíz chala con aditivos en Bagua – Amazonas. Aunque los valores de este estudio son algo inferiores, se encuentran en un

rango aceptable, posiblemente debido a las diferencias en el manejo del ensilado y los aditivos empleados.

b) Porcentaje de fibra cruda (%)

El porcentaje promedio de fibra cruda obtenido en este estudio fue de 34.09 ± 1.51 %, lo cual se alinea con los resultados de Saldaña (2019), quien reportó un contenido de fibra cruda de 26.83 % en microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. Sin embargo, Arce Bermeo (2021) observó un porcentaje menor (21.56 %) a los 40 días en su investigación sobre el efecto de tres aditivos en la calidad del ensilado de maíz chala en Bagua – Amazonas. Estas diferencias en los porcentajes de fibra cruda pueden atribuirse a las variaciones en las condiciones de procesamiento y a los tipos de aditivos utilizados en cada estudio. La fibra cruda es un componente crítico que influye en la digestibilidad y el valor nutricional del ensilado, por lo que es esencial considerar estos factores para entender mejor la calidad de los ensilados evaluados.

c) Extracto libre de nitrógeno (%)

El porcentaje promedio de extracto libre de nitrógeno (ELN) obtenido en este estudio fue de 46.92 ± 1.17 %. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Arce (2021), quien, en su investigación "Efecto de tres aditivos en la calidad de ensilado de maíz chala (*Zea mays*) en Bagua – Amazonas", reportó un porcentaje de extracto libre de nitrógeno de 45.05% a los 40 días. Por otro lado, Martínez Turcios (2017) encontró un extracto libre de nitrógeno de 47.12 %, variando según el porcentaje de materia seca, en su evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas y elaborado con tres calibres de picado en Zamorano, Honduras.

d) Porcentaje ceniza (%)

El porcentaje promedio de ceniza obtenido en este estudio fue de 6.03 ± 0.51 %, similar al 7.58 % reportado por Arce (2021) en ensilaje de maíz chala en Bagua. La ceniza, como fracción mineral del forraje, influye en la digestibilidad y calidad nutricional del ensilaje. Martínez (2017) encontró valores entre 4.7 % y 6.3 % según la materia seca. Las variaciones en los resultados pueden deberse a factores como el clima, las prácticas agronómicas y la madurez del cultivo al cosechar.

e) Porcentaje de grasa (%)

El porcentaje promedio de grasa obtenido en este estudio fue de 1.40 ± 0.32 %. Estos resultados son inferiores a los reportados por Arce (2021) en su investigación "Efecto de tres aditivos en la calidad de ensilado de maíz chala (*Zea mays*) en Bagua – Amazonas", donde se encontró un porcentaje de grasa de 3.413% a los 40 días. Esta diferencia puede atribuirse a diversos factores, como las condiciones de cultivo, la etapa de cosecha o los métodos de ensilaje utilizados. La variabilidad en el contenido de grasa puede influir en el valor nutricional del ensilaje, lo que subraya la importancia de considerar estos factores al evaluar la calidad del forraje.

CONCLUSIONES

a) Para características organolépticas.

- Los aditivos; melaza y urea no mostraron un efecto significativo en el pH (T_1 : 4.38, T_2 : 5.00, T_3 : 4.63) ni en la textura del ensilado (T_1 y T_2 : 3.38, T_3 : 3.63) ($p > 0.05$).
- Sin embargo, la urea en T_3 generó variabilidad en el color, con un 50% de muestras en tono "verde oscuro", en contraste con el 100% de "verde amarillo" en T_1 y T_2 .
- Además, T_3 presentó un aumento en olores no deseados (50%), indicando un posible impacto negativo en la percepción de la calidad del ensilado.

b) Para la calidad nutritiva:

- En cuanto a los componentes nutricionales, no se encontraron diferencias significativas en los niveles de proteína (T_1 : 5.38%, T_2 : 4.88%, T_3 : 4.77%), fibra (T_1 : 34.78%, T_2 : 33.16%, T_3 : 34.33%), ceniza (T_1 : 6.31%, T_2 : 5.90%, T_3 : 5.88%) y grasa (T_1 : 1.27%, T_2 : 1.56%, T_3 : 1.36%) ($p > 0.05$).
- En el extracto libre de nitrógeno (ELN) mostró un leve incremento en T_2 en comparación con T_1 (48.06% vs. 45.78%), aunque sin diferencias significativas ($p > 0.05$).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la inclusión de aditivos alternativos o combinaciones de estos, priorizando aquellos que mejoren la estabilidad del PH, la textura y el color del ensilado, mientras se limitan los olores no deseados. Además, sería fundamental realizar pruebas de aceptación sensorial en los animales para garantizar que las características organolépticas del ensilado favorezcan su consumo y aprovechamiento.
- Es esencial realizar estudios de largo plazo para evaluar el impacto de los componentes nutricionales, especialmente el extracto libre de nitrógeno (ELN), en el rendimiento animal. Asimismo, se debe considerar la sostenibilidad del uso de aditivos como el uso de la urea, explorando alternativas que garanticen un equilibrio entre la calidad del ensilado y la viabilidad económica y ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandro, D., y Ospina, J. (2018). Niveles de urea en ensilajes de pasto *Pennisetum cubanum* 22: composición bromatológica, pH, temperatura, cinética de degradación ruminal y digestibilidad in vitro. Edu.co. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/972fc883ac3941ffb429ca0509cd7344/content>
- Alpízar, A., Camacho, M. I., Sáenz, C., Campos, M. E., Arece, J., & Esperance, M. (2014). Efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera (*Morus alba*) en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo (*Sorghum alnum*). Pastos y forrajes, 37(1), 55–60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269131241007>
- Araiza-Rosales, E., González-Arreola, A., Pámanes-Carrasco, G., Murillo-Ortiz, M., Jiménez-Ocampo, R., & Herrera-Torres, E. (2021). Calidad fermentativa y producción de metano en ensilados de rastrojo de maíz adicionados con nopal fermentado y sin fermentar. Abanico veterinario, 11. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.24>
- Arce Bermeo, J. (2021). Efecto de tres aditivos en la calidad de ensilado de maíz chala (*Zea mays*), en Bagua – Amazonas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. URI <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2388>
- Ashbell, G. y Weinberg, Z. (2001). Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos. Estudio FAO producción y protección vegetal 161, p. 111-119. (Perulactea, 2016)
- Bmeditores. (2022). Aditivos en el ensilaje. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de <https://bmeditores.mx/ganaderia/aditivos-en-ensilados/>
- Callacná, M., León, Z. and Mendoza, G. (2014). Nutritional characteristics of corn (*Zea mays* l.) and asparagus (*Asparagus officinalis*) mixed silage with molasses - urea and bacterial inoculum as a food supplement for goats in semi extensive management. Sciendo. 17(2):40-41.
- Cárdenas Medina, J. V., Matú Sansores, F. J., Mena Arceo, D., y Ramos Trejo, O. S. (2020). Quality evaluation of mixed silage of maize (*Zea mays*) and forage tree species (*Leucaena leucocephala* and *Brosimum alicastrum*). Revista bio ciencias, 7, e730. Epub 18 de noviembre de 2020. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e730>

- Club Ganadero. (2023, octubre 28). ¿Qué es el ensilaje de maíz y cómo elaborarlo? Club ganadero. <https://www.clubganadero.com/ensilaje-de-maiz/>
- Crespo, C. (2019). La urea: características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. Portalfruticola.com. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/06/07/la-urea-caracteristicas-ventajas-y-desventajas-de-esta-fuente-nitrogenada/>
- El Campesino. (2019). *Estos son algunos de los usos y ventajas del ensilaje*. Periódico *El Campesino – La voz del campo colombiano*. ACPO. Recuperado de <https://elcampesino.co/estos-son-algunos-de-los-usos-y-ventajas-del-ensilaje/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023.). *El ensilaje garantiza el alimento para el ganado*. Recuperado el 13 de diciembre de 2023, de <https://www.agricultura.gob.ec/el-ensilaje-garantiza-el-alimento-para-el-ganado/>
- Engormix. (2013). *Ensilaje de maíz para la alimentación del ganado lechero*. Recuperado de [https://www.engormix.com/lecheria/silaje-maiz/ensilaje-maiz-alimentacion-ganado_a29962/]([https://www.engormix.com/lecheria/silaje-maiz-alimentacion-ganado_a299](https://www.engormix.com/lecheria/silaje-maiz/ensilaje-maiz-alimentacion-ganado_a299)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2023). El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y Producción (Colección FAO: Producción y protección vegetal). Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Ganadero, C. (2015). Todo lo que debe saber del ensilaje para ganado bovino. Contexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/blog/todo-lo-que-debe-saber-del-ensilaje-para-ganado-bovino>
- García-Muñiz, J. G., Mariscal-Aguayo, D. V., Caldera-Navarrete, N. A., Ramírez-Valverde, R., Estrella-Quintero, H., y Núñez-Domínguez, R. (2007). Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia*, 32(12), 841–846. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001200009
- Guillén-Sánchez, J., Mori-Arismendi, S., y Paucar-Menacho, L. M. (2010). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays*) var.

- Subnigroviolaceo. Scientia Agropecuaria, 211–217.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.05>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (1997). Recuperado el 5 de octubre de 2023, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0386/cap0406.htm
- INTA (2016). La mejor manera de conservar forrajes en época de abundancia para suplementar al ganado en época de escasez. Costa Rica. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1640.pdf>
- Laiño, A. R. (2021). Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. Caracterización y posicionamiento estratégico. Universidad de Córdoba. Córdoba: Programa de doctorado en recursos naturales y gestión sostenible. Obtenido de <https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es>
- Laiño, A., Navarrete, E., Véliz, K., Burgos, J., Torres, J., y Vélez, N. (2016). Valoración nutritiva del rastrojo de Zea mays y Oryza sativa para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología, 4(3) pp. 235–249.
- Manuel, N. (2020). Origen del maíz es más antiguo y complicado de lo que te imaginabas. UNAM Global - De la comunidad para la comunidad; UNAM Global. En: https://unamglobal.unam.mx/global_revista/origen-del-maiz-es-mas-antiguo-y-complicado-de-lo-que-te-imaginabas/
- Martínez Turcios, D. A. (2017). Evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas elaborado con tres calibres de picado. Proyecto especial de graduación, Universidad Zamorano. Zamorano, Honduras.
- Medrano Leal, J. (1994). Valoración nutritiva y métodos de mejoramiento de los residuos de cosecha secos. 258–271.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/3169>
- Morales Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, A. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(8), 1875–1886. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>

- Morand, V., & Balbi, C. N. (2020). Maíz para silo de planta entera: efecto de genotipo y altura de corte en la producción y calidad para alimentación animal. *CIT Informacion Tecnologica*, 31(3), 231–240. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000300231>
- Murgueitio, E., & Gómez, M. R. (1999). *Agroforestería para la producción animal sostenible*. Cali: Cali, CIPAV. Obtenido de http://koha.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=43388&shelfbrowse_itemnumber=42954
- Noguer, J. M. E., Alfredo, M., Alles, Agentes' De, C., & Agraria, E. (s/f). *EL ENSILADO Y SUS VENTAJAS*. Gob.es. Recuperado el 12 de diciembre de 2023, https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_02.pdf
- Ochoa, A., y Elita, C. (2019). Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. URI <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4665>
- Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (2001). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. En FAO, & L. 't Mannetje (Ed.), *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos* (págs. 17-31). FAO. <https://www.researchgate.net/publication/281275854Losprocesosdefermentaciondelensilajeysumanipulacion>
- Padilla, E. G., & Zuñiga, H. M. (1974). Valoración nutricional de ensilaje de maíz empleando urea, melaza + urea y carbonato de calcio, como aditivos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(27), 22. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4139>
- Perulactea. (2016). *Estrategias para mejorar la calidad del ensilado de maíz*. Lima. Obtenido de <https://perulactea.com/estrategias-para-mejorar-la-calidad-del-ensilado-de-maiz/amp/>
- Reyes, J. B. (2021). *Rentabilidad del ensilado de maíz y maíz rastrojo en almoloya de las granadas como estrategia de alimentación para ganado bovino en época de secas*. Temascaltepec, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario Uaem Temascaltepec Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Recuperado el 10 de octubre de 2023. En:

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/111733/EXTENSO_TESIS_MA%C3%8DZ%20Y%20MA%C3%8DZ%20RASTROJO.pdf?sequence=1

Ruiz, B. O., Castillo, Y., Anchondo, A., Rodríguez, C., Beltrán, R., La O, O., & Payán, J. (2007). Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje de maíz. *Archivos de zootecnia*, 58(222), 163–172. <https://doi.org/10.21071/az.v58i222.5274>

Saldaña Benavides, R. (2019). Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. URI <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4329>

Agriplastics Community. (2021). *Técnicas de ensilado y sus ventajas. Agriplastics Community: Agriculture plastics industry news and trends*. Recuperado de <https://agriplasticscommunity.com/es/tecnicas-de-ensilaje-y-sus-ventajas/>

Tecnología, P. (2020). QUE ES EL ENSILAJE Y CUAL ES EL PROCESO DE ELABORACIÓN. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/que-es-el-ensilaje-y-cual-es-el-proceso-de-elaboracion>

Torres Martínez, M., Herrera Villafranca, M., & Rodríguez Hernández, R. (2021). Metaanálisis para determinar el efecto de aditivos energéticos en el pH de ensilajes de forrajes tropicales. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(4), 361–371. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207934802021000400361&lang=pt

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales

a) Ph del ensilado

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	4.00	4.50	5.00	
	R ₂	5.00	5.00	5.00	
	R ₃	4.50	5.50	4.50	
	R ₄	4.00	5.00	4.00	
Promedio		4.38	5.00	4.63	4.67
Desv. Estándar		0.48	0.41	0.48	0.46

b) Color del ensilado

Tratamiento de estudio	Color	Frecuencia	Porcentaje
T ₁ (Sin aditivo)	Verde amarillo	4	100.0
T ₂ (Melaza)	Verde amarillo	4	100.0
T ₃ (Urea)	Verde amarillo	2	50.0
	Verde oscuro	2	50.0

c) Olor.

Tratamiento	Olor	Frecuencia	Porcentaje
T ₁ (Sin aditivo)	Agradable	3	75.0
	Ligeramente hogueado	1	25.0
T ₂ (Melaza)	Agradable	3	75.0
	Ranciado	1	25.0
T ₃ (Urea)	Agradable	2	50.0
	Ligeramente hogueado	1	25.0
	Ranciado	1	25.0

d) Textura

Tratamiento		T1 (Sin aditivo)	T2 (Melaza)	T3 (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	3.00	3.50	3.50	
	R ₂	3.50	4.00	3.50	
	R ₃	3.50	3.00	4.00	
	R ₄	3.50	3.00	3.50	
Promedio		3.38	3.38	3.63	3.46
Desv. Estándar		0.25	0.48	0.25	0.33

e) Porcentaje de proteína.

Tratamiento		T1 (Sin aditivo)	T2 (Melaza)	T3 (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	4.40	5.03	4.66	
	R ₂	4.35	4.50	5.08	
	R ₃	5.75	4.94	4.07	
	R ₄	7.00	5.05	5.26	
Promedio		5.38	4.88	4.77	5.01
Desv. Estándar		1.26	0.26	0.53	0.68

f) Porcentaje de fibra.

Tratamiento		T1 (Sin aditivo)	T2 (Melaza)	T3 (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	36.13	31.44	32.82	
	R ₂	35.43	35.00	33.23	
	R ₃	33.43	33.26	36.90	
	R ₄	34.12	32.94	34.38	
Promedio		34.78	33.16	34.33	34.09
Desv. Estándar		1.23	1.46	1.83	1.51

g) Porcentaje de ceniza

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	7.61	5.83	6.23	
	R ₂	6.13	5.71	6.10	
	R ₃	5.72	6.35	5.46	
	R ₄	5.78	5.70	5.74	
Promedio		6.31	5.90	5.88	6.03
Desv. Estándar		0.89	0.31	0.35	0.51

h) Extracto libre de nitrógeno.

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	43.33	48.54	47.49	
	R ₂	46.27	47.53	47.58	
	R ₃	48.09	47.25	46.40	
	R ₄	45.43	48.91	46.17	
Promedio		45.78	48.06	46.91	46.92
Desv. Estándar		1.97	0.79	0.73	1.17

i) Porcentaje de grasa.

Tratamiento		T ₁ (Sin aditivo)	T ₂ (Melaza)	T ₃ (Urea)	Total General
Repetición	R ₁	1.29	1.86	1.77	
	R ₂	1.68	1.30	1.33	
	R ₃	1.14	1.82	0.98	
	R ₄	0.95	1.26	1.37	
Promedio		1.27	1.56	1.36	1.40
Desv. Estándar		0.31	0.32	0.32	0.32

Anexo 2. Resumen de las variables evaluadas

Tratamiento	pH (valor)	Color	Olor	Textura (valor)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)	Grasa (%)
T ₁ (Sin aditivo)	4.0	Verde amarillo	Agradable	3.0	4.40	36.13	7.61	43.33	1.29
T ₁ (Sin aditivo)	5.0	Verde amarillo	Agradable	3.5	4.35	35.43	6.13	46.27	1.68
T ₁ (Sin aditivo)	4.5	Verde amarillo	Agradable	3.5	5.75	33.43	5.72	48.09	1.14
T ₁ (Sin aditivo)	4.0	Verde amarillo	Ligeramente hogueado	3.5	7.00	34.12	5.78	45.43	0.95
T ₂ (Melaza)	4.5	Verde amarillo	Agradable	3.5	5.03	31.44	5.83	48.54	1.86
T ₂ (Melaza)	5.0	Verde amarillo	Ranciado	4.0	4.50	35.00	5.71	47.53	1.30
T ₂ (Melaza)	5.5	Verde amarillo	Agradable	3.0	4.94	33.26	6.35	47.25	1.82
T ₂ (Melaza)	5.0	Verde amarillo	Agradable	3.0	5.05	32.94	5.70	48.91	1.26
T ₃ (Urea)	5.0	Verde oscuro	Ranciado	3.5	4.66	32.82	6.23	47.49	1.77
T ₃ (Urea)	5.0	Verde oscuro	Ligeramente hogueado	3.5	5.08	33.23	6.10	47.58	1.33
T ₃ (Urea)	4.5	Verde amarillo	Agradable	4.0	4.07	36.90	5.46	46.40	0.98
T ₃ (Urea)	4.0	Verde amarillo	Agradable	3.5	5.26	34.38	5.74	46.17	1.37

Anexo 3. Datos procesados

Nueva tabla : 01/10/2024 - 08:35:46 a. m. - [Versión :
30/04/2020]

Análisis de la varianza

pH (valor)

Variable	N	R ²	CV
pH (valor)	12	29.59	9.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.79	2	0.40	1.90	0.2049
Tratamiento	0.79	2	0.40	1.90	0.2049
Error	1.88	9	0.21		
Total	2.67	11			

Test:Duncan

Alfa=0.05

Error: 0.2083
gl: 9

Tratamiento	Medias	n
T2 (Melaza)	5.00	4
0.23 A T3 (Urea)	4.63	
4 0.23 A T1 (Sin aditivo)		
4.38 4 0.23 A		

Medias con una letra común no son significativamente
diferentes ($p > 0.05$)

Textura (valor)

Variable	N	R ²	CV
Textura (valor)	12	13.82	9.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.17	2	0.08	0.71	0.5191
Tratamiento	0.17	2	0.08	0.71	0.5191
Error	1.06	9	0.12		
Total	1.23	11			

Test:Duncan

Alfa=0.05

Error: 0.1181
gl: 9

Tratamiento	Medias	n
<u>E.E.</u>		
T3 (Urea)	3.63	4
0.17 A T2 (Melaza)	3.38	
4 0.17 A T1 (Sin aditivo)		
3.38 4 0.17 A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

=====

Proteína (%)

Variable	N	R ²	CV
Proteína (%)	12	12.61	16.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.84	2	0.42	0.65	0.5468
Tratamiento	0.84	2	0.42	0.65	0.5468
Error	5.82	9	0.65		
Total	6.66	11			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6467 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1 (Sin aditivo)	5.38	4	0.40	A
T2 (Melaza)	4.88	4		
0.40 A T3 (Urea)			4.77	
4 0.40 A				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

=====

Fibra cruda (%)

Variable	N	R ²	CV
Fibra cruda (%)	12	21.02	4.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.59	2	2.79	1.20	0.3461
Tratamiento	5.59	2	2.79	1.20	0.3461
Error	21.00	9	2.33		
Total	26.59	11			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3337 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1 (Sin aditivo)	34.78	4	0.76	A
T3 (Urea)	34.33	4	0.76	A
T2 (Melaza)	33.16	4	0.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

=====

Ceniza (%)

Variable	N	R ²	CV
----------	---	----------------	----

Ceniza (%) 12 13.54 9.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.47	2	0.24	0.71	0.5191
Tratamiento	0.47	2	0.24	0.71	0.5191
Error	3.00	9	0.33		
Total	3.47	11			

Test:Duncan

Alfa=0.05

Error: 0.3335
gl: 9

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>
E.E.		
T1 (Sin aditivo)	6.31	4
0.29 A T2 (Melaza)	5.90	
4 0.29 A T3 (Urea)		
5.88 4 0.29 A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

=====

Extracto libre de nitrógeno (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>CV</u>
Extracto libre de nitrógen..	12	40.57	
2.77			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	10.37	2	5.19	3.07	0.0960
Tratamiento	10.37	2	5.19	3.07	0.0960

Error	15.18	9	1.69
Total	25.56	11	

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.6871 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 (Melaza)	48.06	4	0.65	A
T3 (Urea)	46.91	4	0.65	
A B T1 (Sin aditivo)	45.78	4		
0.65				B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

=====

Grasa (%)

Variable	N	R ²	CV
Grasa (%)	12	16.36	22.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.18	2	0.09	0.89	0.4449
Tratamiento	0.18	2	0.09	0.89	0.4449
Error	0.92	9	0.10		
Total	1.10	11			

Test:Duncan

Alfa=0.05

Error: 0.1018

gl: 9

Tratamiento	Medias	n
E.E.		

T2 (Melaza) 1.56 4

0.16 A T3 (Urea) 1.36

4 0.16 A T1 (Sin aditivo)

1.27 4 0.16 A

*Medias con una letra común no son
significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

Anexo 4. Resultados de análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

INFORME DE ANÁLISIS N°: LABNUT-2024-19

RAZÓN SOCIAL O NOMBRE DEL CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 RUC / DNI : 20154605046
 BOLETA/OS : OS N° 1005
 TIPO DE MUESTRA : FORRAJES
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : BOLSAS
 DE PAPEL MOLIDO FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 08/07/2024
 FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA : 12/08/2024 – 18/10/2024
 FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 25/10/2024

ID Muestra	Humedad ¹ (%)	Cenizas ² (%)	Grasa cruda ³ (%)	Proteína cruda ⁴ (%)	Fibra cruda ⁵ (%)	ELN ⁶ (%)
Urea R1 E chala	7.03	6.23	1.77	4.66	32.82	47.49
Urea R2 E chala	6.68	6.10	1.33	5.08	33.23	47.58
Urea R3 E chala	6.19	5.46	0.98	4.07	36.90	46.40
Urea R4 E chala	7.09	5.74	1.37	5.26	34.38	46.17
Melaza R1 E chala	7.30	5.83	1.86	5.03	31.44	48.54
Melaza R2 E chala	5.97	5.71	1.30	4.50	35.00	47.53
Melaza R3 E chala	6.38	6.35	1.82	4.94	33.26	47.25

Melaza R4 E chala	6.13	5.70	1.26	5.05	32.94	48.91
Test R1 E chala	7.24	7.61	1.29	4.40	36.13	43.33
Test R2 E chala	6.13	6.13	1.68	4.35	35.43	46.27
Test R3 E chala	5.86	5.72	1.14	5.75	33.43	48.09
Test R4 E chala	6.73	5.78	0.95	7.00	34.12	45.43

⁵ Método 7: Determinación de Fibra Cruda en Alimentos (ANKOM, 2021).

⁶ Extracto libre de nitrógeno: Análisis por diferencia (AOAC, 2019).

⁷ Fibra detergente neutra: Método 6: Determinación de fibra detergente neutra (ANKOM, 2021).

Referencias:

ANKOM. (2021). *Method 2: Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent*

Extraction. ANKOM Technology. ANKOM. (2021). *Método 6: Determinación de fibra detergente neutra*.

ANKOM Technology.


ANKOM. (2021). *Método 7: Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*. ANKOM Technology.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2019). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (21st

ed.). AOAC International. AOCS. (2004). *Procedimiento oficial Am 5-04: Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing*

High Temperature Solvent Extraction.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LAB. DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BROMATOLOGÍA DE ALIMENTOS



Ph.D. Ives Julian Yoplac Tafur
Responsable del LABNUT

Anexo 5. Panel fotográfico

Fotografía 1. Picado de maíz chalero



Fotografía 2. Llenado del ensilado por cada tratamiento



Fotografía 3. Llenado del ensilado por cada tratamiento.



Fotografía 4. Llenado del ensilado por cada tratamiento.



Fotografía 5. Tratamientos en estudio.



Fotografía 6. Secado de las muestras.



Fotografía 7. Muestras codificadas para envío a laboratorio.

