

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y pH EN LA ELABORACIÓN DE
ENSILADO CON LODO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por:

JACOBO AQUINO, Sandra Noemy Erika

Tingo María – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 06:00 p.m. del 28 de octubre de 2021, para calificar la Tesis titulada "**EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y PH EN LA ELABORACIÓN DE ENSILADO CON LODO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)**", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **SANDRA NOEMY ERIKA JACOBO AQUINO**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "**BUENO**".

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 21 de setiembre de 2022.

Ing. M.Sc. **RAFAEL RENÉ ROBLES RODRÍGUEZ**
Presidente

Ing. **WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA**
Miembro

Dr. **JORGE RÍOS ALVARADO**
Miembro

Ing. M.Sc. **MIGUEL ÁNGEL PÉREZ OLANO**
Asesor

Dr. **RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE**
Asesor

Ing. M.Sc. **EBER CARDENAS RIVERA**
Asesor

Copia : Archivo

DMPL/RARH/CEAAWAPO/HSR/slcp

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



“EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y pH EN LA ELABORACIÓN DE ENSILADO CON LODO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)”

Autor : Sandra Noemy Erika Jacobo Aquino.

Asesores de tesis : Ing. M. Sc. Miguel Ángel Pérez Olano.

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate.

Ing. M. Sc. Eber Cardenas Rivera.

Programa de Investigación: Producción animal sostenible.

Línea (s) de Investigación : Producción, manejo y conservación de plantas forrajeras y forestales.

Eje Temático : Nutrición Animal y Pastos

Lugar de ejecución : Granja de la Facultad de Zootecnia – UNAS.

Duración : 3 meses

Financiamiento : Otros: S/. 8,833.00

Tingo María – Perú

DEDICATORIA

A Dios por permitirme lograr cada uno de mis objetivos.

Con todo amor a mis padres *Gladis Noemy Aquino Isidro* y *Jorge Luis Jacobo Chaupin* por enseñarme, aconsejarme, apoyarme y guiarme en cada paso de mi vida, inculcándome los mejores valores y hacer de mí una persona de bien. Gracias a ustedes estoy logrando una de mis metas y me permiten sentirme orgullosa de lo que soy actualmente como persona y profesional, lo cual siempre estaré inmensamente agradecida por todo su esfuerzo que dieron y que ahora se refleja en cada uno de nosotros, sus hijos.

También lo dedico con todo mi corazón a mis hermanos *Cristian Luis Jacobo Aquino* y *José Mauricio Jacobo Aquino* por su amor, su apoyo incondicional que siempre me brindaron en todo momento, por protegerme y enseñarme a persistir en cada cosa, que en la vida uno tiene que lograr cada una de sus metas.

A mis asesores Dr. Rizal Robles, Ing. Miguel Pérez y Ing. Eber Cárdenas quienes me apoyaron para escribir y concluir esta tesis. Asimismo, a mis maestros y amigos que de una u otra manera contribuyeron en la formación y logro de este objetivo realizado.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	1
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Lodo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	3
2.1.1. Composición nutricional	4
2.2. Clasificación científica del <i>Tripsacum laxum</i>	4
2.2.1. Características del forraje Guatemala (<i>Tripsacum laxum</i>).....	5
2.2.2. Composición nutricional del forraje Guatemala	6
2.3. Proceso de ensilaje	6
2.3.1. Etapa de respiración o aeróbica:	6
2.3.2. Etapa de fermentación o fermentación láctica:	6
2.3.3. Etapa de estabilización:.....	7
2.4. Características de un ensilado de calidad	7
2.4.1. Temperatura y pH del ensilado	8
2.5. Factores que afectan la conservación del ensilado.....	10
2.6. Uso de aditivos	11
2.7. Tipo de silo.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	13
3.2. Tipo de investigación	13
3.3. Instalaciones, equipos y materiales	13
3.3.1. Instalaciones	13
3.3.2. Materiales	13
3.3.3. Equipos.....	14
3.4. Insumo en estudio.....	14
3.5. Variable independiente.....	14
3.6. Distribución de tratamientos del ensilado	15
3.7. Diseño y análisis estadístico.....	15
3.8. Variables dependientes.....	15
3.9. Metodología	15

3.9.1.	Análisis químico proximal del lodo de palma aceitera y ensilados	17
3.9.2.	Análisis químico proximal del forraje Guatemala	18
3.9.3.	Control de temperatura y pH de ensilados	18
3.9.4.	Beneficio neto y merito económico de los ensilados	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1.	Temperatura y pH de ensilados con lodo de palma aceitera	19
4.2.	Costos de producción del ensilado	24
V.	CONCLUSIONES.....	26
VI.	RECOMENDACIONES.....	27
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
VIII.	ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Análisis químico proximal de lodo de palma aceitera.....	4
2. Condiciones bioclimatológicas, para una buena adaptación del <i>Tripsacum laxum</i>	5
3. Temperatura y pH de los ensilados por diferentes autores	10
4. Tabla de distribución de tratamientos del ensilado	15
5. Proporciones (% y kg) de forraje y lodo de palma aceitera.....	16
6. Cantidad (g/ml) de aditivos que se adicionaron a los ensilados de cada tratamiento.....	17
7. Composición químico nutricional del lodo de palma aceitera (LPA) en base materia seca (MS) y tal como ofrecido (TCO).....	17
8. Composición químico nutricional del forraje Guatemala en base materia seca (MS) y tal como ofrecido (TCO)	18
9. Temperatura y pH de ensilados con diferentes proporciones de inclusión de lodo de palma aceitera.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema del proceso de la obtención de lodo de palma aceitera	14
2. Temperatura de los ensilados por semanas.....	21
3. pH de los ensilados por semanas	22

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la temperatura y pH en la elaboración de ensilado con diferente inclusión de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), proveído por la empresa Palma del espinoso S.A-Uchiza, cuya composición nutricional fue de 25.14% de MS, 2.74% de PT, 3.40% de grasa, 3.88% de fibra, 8.19% de ceniza, 6.98% de ELN, 13.48% de FDN y 11.14% de FDA. El estudio fue distribuido en cuatro tratamientos y tres repeticiones bajo un diseño completamente al azar; los tratamientos fueron: T1: ensilado con 0%LPA, T2: 25%LPA + 75%FG, T3: 50%LPA + 50%FG, T4: 75%LPA + 25%FG, con una unidad experimental de 30 kg. La preparación inició picando el forraje guatemala de un tamaño de 1.5"; segundo, se adquirió el lodo de palma; tercero, se añadieron por tratamiento 1.5% (450 mL) de microorganismos eficientes, 0.02% (3.5g) de levadura y 2.5% (2250 mL) de melaza, que fueron almacenados durante 28 días en bolsas de polietileno, realizando una medición de temperatura y pH semanalmente. Los resultados adecuados fueron del día 21, T1: T°(23.73) pH (3.95); T2: T°(23.87) pH (4.02); T3: T°(23.67) pH (4.14) y T4: T°(23.67) pH (4.18). A los 30 días, se verificó un color verde claro amarillento, olor a fermentado y el costo de producción(s/./kg) más económico fue T4 (0.41) ya que el lodo tiene un mínimo valor. Se concluye que la inclusión de lodo en ensilados cumple las condiciones físicas, organolépticas y económicas; además, la inclusión del 75% de LPA es adecuado física y económicamente.

Palabras clave: Ensilado, Lodo de Palma Aceitera, Temperatura, pH.

**An Evaluation of the Temperature and PH When Elaborating Silage from Oil Palm
(*Elaeis guineensis* Jacq.) Mud**

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the temperature and pH when elaborating silage with different [levels] of inclusion of oil palm (*Elaeis guineensis*) mud, provided by the company, Palma del espino S.A-Uchiza; the nutritional composition of which was 25.14% DMB (MS in Spanish), 2.74% PT, 3.40% fat, 3.88% fiber, 8.19% ash, 6.98% NFE (ELN in Spanish), 13.48% NDF (FDN in Spanish), and 11.14% ADF (FDA in Spanish). The study was distributed into four treatments and three repetitions under a completely randomized design. The treatments were: T1: silage with 0% LPA (acronym in Spanish), T2: 25% LPA + 75% FG (acronym in Spanish), T3: 50% LPA + 50% FG, T4: 75% LPA + 25% FG, with an experimental unit of 30 kg. The preparation started by chopping the Guatemala grass into 1.5" chunks; second, palm mud was acquired; third, 1.5% (450 mL) of efficient microorganisms, 0.02% (3.5g) of yeast, and 2.5% (2250 mL) of molasses were added per treatment; then they were stored in polyethylene bags for twenty-eight days, where temperature and pH measurements were taken weekly. The adequate results were from day twenty-one: T1: T° (23.73) and pH (3.95); T2: T° (23.87) and pH (4.02); T3: T° (23.67) and pH (4.14); and T4: T° (23.67) and pH (4.18). At thirty days a greenish-yellow color and fermented smell were verified: and the most economic production cost (S/. per kg) was with T4 (0.41) since mud has a minimum cost. It was concluded that the inclusion of mud in the silage meets the physical, organoleptic, and economic conditions; moreover, the inclusion of 75% LPA was physically and economically adequate.

Keywords: Silage, oil palm, temperature, pH.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de ensilaje sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando la calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo la sustitución o complementación de los concentrados. En este método de preservación se lleva a cabo distintos procesos fermentativos, como la fermentación acética, donde en las células vegetales se desarrollan ciertas bacterias coliformes que producen ácido acético a partir del ácido láctico y cuya actividad requiere una temperatura de 18 a 25°C (Valencia, et al. 2011), entonces una de las variables de vital importancia es la temperatura y pH que actúa como indicadores sobre la calidad de un ensilado. Por lo tanto, es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico.

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) es un cultivo oleaginoso que se está expandiendo mucho en las zonas tropicales, como fuente de producción de biodiesel, otros como aceites y jabones; dentro de su proceso, uno de sus subproductos es el lodo de palma que, es un residuo que contiene atractivas características nutricionales; al respecto, Valdivieso (2008) sugiere que para usar materiales para la suplementación de ganado estos deben cumplir ciertos requisitos como: tener costos bajos, ser palatable y no competir con la alimentación del hombre.

Lo mencionado, nos conlleva a plantearnos la interrogante ¿Cuál es la proporción en porcentaje, más adecuada de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el ensilado con pasto guatemala (*Tripsacum laxum*) en función a la temperatura y pH?, por lo mismo, se plantea la siguiente hipótesis: el ensilado con 50% de lodo de palma aceitera más 50% de forraje Guatemala presenta valores de temperatura y pH adecuados en un proceso de ensilado. Por tanto, el ensayo tiene por objetivo.

1.1. Objetivo general

Evaluar la temperatura y pH en la elaboración de ensilado con diferentes porcentajes de inclusión de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la temperatura de ensilados con inclusión de diferentes porcentajes de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).
- Determinar el pH de ensilados con inclusión de diferentes porcentajes de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).
- Determinar el costo de producción de ensilados con inclusión de diferentes porcentajes de lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en función a la temperatura y pH.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Los animales generalmente son alimentados con forrajes, productos derivados y residuos de cultivos en estado fresco; sin embargo, también se encuentra la posibilidad de perdurar alimentos y aprovecharlos en periodos de escasez, lo cual se puede realizar mediante varios métodos como el secado (heno), un secado artificial (harina) y la adición de ácidos o fermentación (ensilaje) (Mannetje, 2000).

2.1. Lodo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)

La palma aceitera, también conocida como palma africana pertenece al género *Elaeis*, especie *guineensis*; es una planta perenne, cultivada en diversos países con la finalidad de extraer aceite de sus frutos maduros (Cortes, 2009).

Nombre científico: *Elaeis guineensis*; Jacq. 1897

Familia: Arecaceae

Orden: Arecales

Clase: Liliopsida

Reino: Plantae

Género: *Elaeis*

Especie: *guineensis*

El lodo de palma aceitera es definido en un trabajo de investigación como un desecho ó residuo de la industria, este insumo tiene sus características nutricionales favorables como $17.21\% \pm 1.41$ de proteína cruda (PC) y también se puede considerar palatable para los bovinos, lo cual puede ser bien visto como insumo y considerarse como una alternativa para la utilización de estos residuos en la alimentación animal (Zurita, 2011). También, se menciona que es un subproducto que se obtiene como residuo de la palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) que se cultiva en zonas tropicales, obtenido por decantación, con las características físicas de una masa de color café amarillento, de olor agradable y de un sabor palatable; además menciona que de acuerdo a sus características y composición nutricional detalla que, es un insumo dirigido para los poligástricos (Mateos et al., 1996).

El aceite y oleínas que contienen en este fruto de la palma, es lo que se caracteriza por su alto contenido en ácidos grasos palmítico (C16:0) y bajo - medio en linoleico

(C18:2) (Mateos et al., 1996); por lo que el subproducto obtenido de este proceso debe contener los lípidos antes mencionados en cantidades bajas de Palmquist (1996), entonces el autor concluye que el ácido graso palmítico (C16:0) es más digestible en comparación al esteárico.

2.1.1. Composición nutricional

El subproducto de palma tiene macro y micronutrientes como nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, sodio, fósforo, boro, azufre, cobre, manganeso y zinc, ideales para fertilizar la tierra. Su contenido de macro y microminerales en base seca es: calcio 1.73%, fósforo 0.21%, magnesio 0.23%, potasio 1.27%, sodio 0.05%, cobre 33 ppm, hierro 658 ppm, manganeso 29 ppm y zinc 22 ppm (Ancupa, 2010).

Tabla 1. Análisis químico proximal de lodo de palma aceitera

Composición bromatológica	Unidad	Base Seca
Materia seca	%	100.00
Ceniza	%	13.20
Extracto etéreo	%	11.68
Proteína bruta	%	14.80
Fibra bruta	%	34.03
Extracto libre de nitrógeno	%	26.29

Fuente: Ancupa (2010).

Zurita (2011) realizó una investigación sobre la inclusión directa de lodo de palma en la dieta de los bovinos, manifestó que el subproducto contiene ácidos grasos (palmítico y esteárico), el cual se le suministró a los animales en tasas cercanas al 1,51 %, 3,03 % y 4,54 % de grasas en Materia Seca (MS) para 10 %, 20 % y 30 % del suplemento de lodo en la dieta; además, el autor mencionó que en el tratamiento que recibieron 30% de lodo de palma se pudo apreciar un ligero aumento diario de peso vivo así como en su consumo de materia seca como forraje, fue debido a que representa un gran aporte nutricional, especialmente en proteína y los lípidos. Finalmente, concluyó que el uso de lodo de palma para la suplementación de novillos en pastoreo es una alternativa aceptable debido a que incrementa las ganancias diarias de peso normalmente obtenidas bajo este sistema y produjo efectos positivos si se utiliza desde el 10 % al 30 % de suplemento en MS.

2.2. Clasificación científica del *Tripsacum laxum*

Reino: Plantae
 División: Magnoliophyta
 Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales
 Familia: Poaceae
 Subfamilia: Panicoideae
 Género: *Tripsacum*
 Especie: *T. laxum*
 Fuente: Malagón, 2013

2.2.1. Características del forraje Guatemala (*Tripsacum laxum*)

El forraje Guatemala o prodigio (*Tripsacum laxum*), es una gramínea perenne que puede alcanzar alturas de hasta 3 m y cuenta con una gran producción de hojas alargadas, que pueden tener una amplitud de lámina de aproximadamente 9 cm, tiene una excelente relación hoja: tallo y es capaz de mantener su valor nutritivo en estados de madurez avanzada (Clayton et al., 2006).

Es una especie que se adapta bien a temperaturas comprendidas entre los 18 y 30 °C y una altitud desde cero hasta 2500 m.s.n.m, además el forraje guatemala cumple con las características estructurales para ser utilizado en los sistemas de corte y acarreo; esta gramínea se reporta de altos rendimientos bajo condiciones adecuadas de manejo y con buena disponibilidad de humedad puede producir más de 40 t/ha de materia seca al año “En Brasil se logró un rendimiento superior a las 40 t/ha de materia seca en un período de 13 meses” (Ali y Hossain, 2000).

Según Vargas y Boschini (2011) el forraje guatemala (*Tripsacum laxum*), tiene la capacidad de mantener el valor nutritivo en estados de madurez avanzada y es considerado filogenéticamente cercano al maíz y que a la vez se logró los cruzamientos con el maíz lográndose la madurez del híbrido.

Tabla 2. Condiciones bioclimatológicas, para una buena adaptación del *Tripsacum laxum*

Descripción	Condiciones
Temperatura	18 - 30 °C
Altitud	Hasta los 1800 m.s.n.m.
Precipitación	800 - 4000 mm/año
Suelo	Arenoso, franco y franco arcilloso.
Ph	> 4.5
Fertilidad	Media – Alta
Drenaje	Buen drenaje

Fuente: Malagón, 2013.

2.2.2. Composición nutricional del forraje Guatemala

Esta gramínea en cuanto a calidad nutricional presenta un bajo contenido de proteína entre 5% a 8%, lo cual depende de la edad de la planta y la época del año, además presenta una alta concentración de humedad y baja digestibilidad (Martínez, 2019).

Vallejo y Zapata (2020) mencionan que “el forraje guatemala cortado a intervalos de seis semanas contiene un 20% de materia seca, con 1.3% de proteína cruda digestible y 7.9% del equivalente en almidón”; sin embargo en Surinam se ha establecido un contenido de proteína cruda en las hojas de 6.1% y de 4.6% en los tallos, pero también destacándose un alto porcentaje de fibra cruda en las hojas. También, en un ensayo se registró un contenido de proteína cruda de 15.9% con cortes cada tres semanas, el cual disminuyó hasta un porcentaje de 7.5% con intervalos de corte cada ocho semanas; en Colombia, a pesar de su lento crecimiento, se considera que por su capacidad de macollamiento puede producir un ensilado de calidad para el engorde de novillos, aunque se reporte una pérdida de 12% de materia seca durante el proceso de ensilado (Salamanca, 1990).

2.3. Proceso de ensilaje

El ensilaje es un producto que se realiza a partir desdoblamiento de los azúcares solubles del alimento hasta ácido láctico (Britos et al., 2007). Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad ácido acético, además al producir estos ácidos el pH del material ensilado disminuye a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos, lo cual incitan a la putrefacción (Garces et al., 2011).

También, Reyes et al. (2009) definen que la evolución del ensilaje se divide en tres etapas: respiración, fermentación, y estabilización; descritas a continuación:

2.3.1. Etapa de respiración o aeróbica:

El proceso que comienza al momento de cortar el forraje y puede continuar cuando se está llenando el silo e incluso continuar por un tiempo después de cerrar el mismo; es una etapa en el que va disminuyendo el oxígeno atrapado entre las capas del silo para evitar que se desarrolle gran cantidad de bacterias aeróbicas dentro del proceso, es decir que la mayor cantidad de aire tiene que ser eliminado por medio de la compactación; además, el pH en esta fase del forraje se mantiene en el rango de un pH 6.5 a 6.0 (Garces et al., 2011).

2.3.2. Etapa de fermentación o fermentación láctica:

Reyes et al. (2009) comentaron que una de las situaciones que puede ocurrir en el silo es que el oxígeno se reduzca y con ello se inicia el surgimiento de una microflora que prospera sin oxígeno entre ellas las bacterias, los hongos y levaduras afines a medios sin oxígeno, una de las bacterias son las ácido lácticas que producen el ácido láctico, generados a partir de los carbohidratos principalmente fermentables de los sustratos a ensilarse; además este efecto de la fermentación puede mejorarse con la inclusión de la melaza o sustratos altamente energéticos como el maíz grano. Además, Garces et al. (2011) sostienen que el uso de aditivos y otros granos con alto contenido de energía a base de carbohidratos contribuyen a la reducción de pH del medio lográndose valores de 3.8 a 5.0.

2.3.3. Etapa de estabilización:

De acuerdo con Reyes et al. (2009) sostiene que, la etapa de estabilización de un proceso de ensilaje es la fase final donde se caracteriza por una reducción del pH a valores de 4.2 y esta condición hace que muchas bacterias son reducidas y algunas se mantienen cuando forman esporas para defenderse de la acidez, otra característica es que concluye la actividad enzimática del ensilaje. En esta fase, el ácido láctico es el producto que se encarga de mantener la conservación del ensilaje inhibiendo la aparición de otros microorganismos y el tiempo puede ser hasta de dos meses bajo los cuidados de manejo del silo.

2.4. Características de un ensilado de calidad

La calidad del forraje es determinada subjetiva y objetivamente, en el primer caso se refiere a las concentraciones de nutrientes que posee el forraje; entretanto, la calidad objetiva se logra con la aceptación del animal y sus valores de digestibilidad o aprovechamiento cuando son consumidos. El tiempo mínimo para la apertura del silo es de 21 días, porque en ese tiempo se completa el ciclo fermentativo del ensilado y su ofrecimiento a los animales deben realizarse entre 25 a 30 días del sellado del silo (Fao, 2001). Asimismo, McDonald y Edwards (1995) manifiestan que, el contenido nutricional y materia seca de un forraje, varía con la edad (estado de madurez de la planta) y con las condiciones climatológicas.

Ojeda (1990) recomienda ensilar forrajes cuando el contenido de materia seca oscila entre 25% a 30%, que muestra buen contenido de carbohidratos solubles para obtener un ensilado de buena calidad. Collazos (2006) determinó que, el momento óptimo de la utilización de los ensilados con silo de bolsa de polietileno y enriquecidos con 5% de melaza y 2% de urea en función a los días de conservación (0, 15, 30, 45 días), menciona que para los ensilados de king gras (morado y verde) se pueden utilizar desde los 21 hasta los 45 días de conservación. En el caso del pasto camerún es recomendable utilizarlo entre los 21 a 30 días de conservación,

porque luego tiende a disminuir su contenido nutricional y la textura empieza a deteriorarse, eso sucede fundamentalmente a su alto contenido de fibra cruda que no permite una buena compactación.

Si la producción de ácido láctico es abundante durante el proceso, entonces produce una rápida disminución del pH, ocasionando que mejore la retención de nutrientes en el ensilado, lo que afecta de forma positiva en su calidad (Garcés et al., 2011). En la evaluación de la composición química nutricional de los ensilados tuvieron dos tratamientos (T1: ensilado de maíz y T2: ensilado de maíz con urea y aditivo microbiano), lo cual obtuvieron un análisis químico proximal del T1 y T2: materia seca 41.93 ± 0.07 y 41.4 ± 0.38 , proteína bruta 6.47 ± 0.12 y 10.23 ± 0.18 , fibra bruta 19.13 ± 0.39 y 18.63 ± 0.18 , FDN 41.87 ± 0.55 y 41.0 ± 0.75 , FDA 26.67 ± 0.27 y 27.63 ± 0.33 , cenizas 6.47 ± 0.09 y 6.57 ± 0.12 (De los Ángeles, 2009).

La identificación de la calidad final en un ensilado depende tanto de los componentes que se utilizaran, como también de la aplicación de una manera adecuada utilizando la mejor técnica para ensilar; pero entre las características tenemos la concentración de carbohidratos solubles, la materia seca, el tamaño de partícula, la calidad de la compactación, y la porosidad de la masa forrajera (Jobim, 2007); además se debe a las proporciones de nitrógeno amoniacal, ácidos orgánicos y pH que determinan la calidad fermentativa (Santana, 2004).

Así mismo, Ojeda (1990) manifiesta que las características organolépticas de los diferentes tipos de ensilado cuando se da una fermentación láctica presentan un color amarillo verdoso, marrón verdoso dependiendo del tipo de cultivo; olor: agradable, avinagrado y picante, textura: firme. Fermentación acética presenta un color marrón, un olor acaramelado atabacado y una textura floja. Fermentación butírica presenta un color pardo o verde oliva, un olor poco agradable, rancio y una textura blanda, de consistencia viscosa.

2.4.1. Temperatura y pH del ensilado

Según Castro (2018) las fases ocurridas en el proceso de fermentación del ensilaje producen en cada una de ellas las condiciones óptimas de oxígeno, crecimiento microbiano, temperatura y pH. Además, recomienda que la temperatura de un buen ensilado no debe sobrepasar los 40°C , debe estar entre 26 y 39°C (Garcés et al., 2004)

Día 1: La respiración celular de la planta produce CO_2 , calor y agua y se encuentra con una temperatura de 21°C y pH 6.0; Día 2: Producción de ácido acético y aumento de la temperatura encontrándose entre 27 a 38°C ; En el intervalo de 3 a 6 días: La producción de ácido láctico y acético continua y con un pH de 5.0; Día 7 a 21: Producción de ácido láctico,

disminuye la temperatura a 21° y el pH se establece en 4.2; Después de 21 días: el pH baja a 4.0 y la temperatura del ensilaje se estabiliza (Castro, 2018).

Sánchez et al. (2018) manifestaron que, bajo condiciones favorables realizaron un estudio de un ensilado con residuos de cascarilla de arroz con diferentes proporciones de cladodios de *Opuntia ficus*, liquido ruminal, melaza, lactobacilos del arroz los tratamientos fueron: T0: 0 kg, 30 kg, 1 kg y 1kg de *Opuntia ficus*, liquido ruminal, melaza, lactobacilos del arroz respectivamente; T1 que contiene 30 kg, 30 kg, 1 kg y 1 kg de *Opuntia ficus*, liquido ruminal, melaza, lactobacilos del arroz, respectivamente, T2 que contiene 50 kg, 30 kg, 1 kg y 1 kg de *Opuntia ficus*, liquido ruminal, melaza, lactobacilos del arroz, respectivamente y el T3 que contiene 70 kg, 30 kg, 1 kg y 1 kg de *Opuntia ficus*, liquido ruminal, melaza, lactobacilos del arroz, respectivamente.

Los mismos autores citados en el párrafo anterior indican que, los valores promedios de temperatura de los tratamientos T0, T1, T2, T3 se incrementaron con respecto al tiempo de fermentación, inicialmente se encontró temperaturas iguales de T3, T2 y T1 con 31.4 °C y T0 31.6 °C, luego se estabiliza a los 30 días donde baja la temperatura a 27.2 °C; asimismo, el pH inicia con 4.4 para el T0 y T2, 4.7 para el T1 y 4.2 para el T3, finalmente en la tercera semana se obtuvo un pH de 4.7,4.3, 4.6 y 4.0 para el T0, T1, T2, T3, respectivamente. En cuanto al pH, mencionan que es una de las variables de mayor importancia que debe controlarse durante el proceso de elaboración de ensilado, ya que los cambios del mismo son indicativos de la baja calidad del ensilado; para Jobim et al. (2007) el pH es una variable que sirve como referencia indicativa de la calidad fermentativa en ensilados e indica si disponemos de un alimento estable.

Se recomienda que el ensilado alcance y mantenga un pH de 4 aproximadamente, ya que bajo estas condiciones se frena el crecimiento y la actividad de algunos microorganismos que descomponen el producto. Sin embargo, cabe destacar que las investigaciones consultadas, presentaron valores de pH 4 al segundo día de almacenamiento del ensilado, manteniendo el mismo comportamiento de estabilidad al final del estudio (Gonzales y Marín, 2005).

Jobim et al. (2007) mencionan que, la capacidad tampón (CT) en plantas forrajeras es definida como la resistencia que presenta la planta a las variaciones de pH; entonces cuanto mayor sea el tampón más ácido láctico será necesario que se forme en el ensilado para poder alcanzar el pH óptimo de 4, y mayor cantidad de azúcares fermentables será necesaria para poder proporcionar dicho ácido láctico.

Argamentería et al. (1997) nos indica que, aunque no se conocen las causas exactas que determinan la velocidad del deterioro e incremento de temperaturas en materiales ensilados al tratarse de un proceso biológico, es decir puede estar relacionado con la temperatura ambiente y el calor generado durante el proceso; entonces se recomienda que la mayor importancia de realizar ensilados es en verano que en invierno. Para Jobim et al. (2007) nos señalan que la temperatura afecta de forma significativa el crecimiento y actividad de los microorganismos que actúan en los ensilajes; además dice que la elevación de la temperatura diurna frente a la nocturna puede resultar en cambios significativos en la actividad de los microorganismos. A continuación, se muestra los resultados de temperatura y pH de los ensilados evaluados, en función a diferentes autores.

Tabla 3. Temperatura y pH de los ensilados por diferentes autores

Días	Garcés et. al (2004)		Castro (2018)		Sánchez et al. (2018)	
	T (°C)	pH	T (°C)	pH	T (°C)	pH
1 a 7	---	6.5 - 6.0	21	6.0	31.4 - 31.6	4.2 - 4.7
7 a 14	---		27 - 38	5.0	29.7 - 30.1	4.1 - 4.4
14 a 21	18 - 25	3.8 - 4.2	21	4.0	27.2	3.7 - 4.1

2.5. Factores que afectan la conservación del ensilado

El tamaño del picado del forraje para el ensilado es un factor que influye en el ensilado, lo cual debe estar con una longitud de 3 a 6 cm, dependiendo del cultivo. Un tamaño de picado muy grande dificultara la compactación, quedando una mayor cantidad de oxígeno en la masa de forraje e incrementan la temperatura. Picados muy finos pueden producir algunos trastornos, como menor salivación, dificultades en la rumia (Demarchi, 2004).

Vieira da Cunha (2009) comenta que el tamaño de partícula es una principal característica del forraje a ensilar, cuando no se controla los tamaños del forraje picado en un proceso de ensilaje, puede ocurrir deficiencia en la compactación, trayendo como consecuencia el crecimiento de bacterias aeróbicas y aumento de la temperatura e incremento del pH y observándose un ensilaje con características negativas de deterioro. Asimismo, Fao (2001) comenta que la fermentación aeróbica puede suceder durante el manejo del silo, el cual significa que el retiro de la porción del ensilado debe hacerse una sola vez por día y en seguida cerrar herméticamente.

Gross (1969) menciona que, los microorganismos de las plantas contienen los más importantes como: bacterias ácido lácticas, bacterias butílicas, colibacterias, levaduras y mohos de todos estos, únicamente las bacterias ácido lácticas (BAL) son deseables, que generan las sustancias conservadoras del forraje.

Church y Pond (1996) mencionan que, las pérdidas que se presentan durante el ensilaje debido a la actividad de la fermentación y al calor que se produce, estos pueden variar de 5% a 30% de la materia seca original, la mayoría de las pérdidas tienen su origen en nutrimentos solubles y altamente digestibles, estos hacen que el ensilado contenga un porcentaje más elevado de ingredientes fibrosos e insolubles.

2.6. Uso de aditivos

Para la preparación de un ensilado se puede complementar con diferentes sustancias llamadas “aditivos”. Por ejemplo, a los forrajes bajos en azúcares se les puede adicionar melaza de Caña, que se agrega en niveles de 4% a 8% por tonelada de forraje fresco. Sin embargo, para incrementar el nivel de proteína, se usa la urea en niveles de 0.5% por tonelada de forraje fresco. El uso de levaduras resulta beneficioso, brindando una mejor preservación del forraje ensilado de 2% a 3% y también en la eficiencia de utilización del ensilaje en la alimentación de ganado productor de leche o carne, debido a que se conservan más nutrimentos en el ensilado de 3% hasta el 5% (Bustamante, 2004).

2.7. Tipo de silo

2.7.1. De vacío o de bolsa, micro silos:

En este tipo de silo el forraje se coloca dentro de bolsas plásticas, se recomienda que la capacidad de la bolsa sea de 30 a 60 kg para facilitar su manejo, después de extraer la mayor cantidad de aire, por medio de la compactación del forraje, enseguida se debe cerrar herméticamente (Lane, 1999).

Lane (1999) menciona que, el método de ensilaje en bolsa permite tener ciertas ventajas en comparación a los demás silos, que son:

- Menor personal para la actividad.
- Alta uniformidad de aplicación.
- No hay interrupción del trabajo de la picadora porque también se puede realizar un trabajo manual.
- Es el método más práctico para conservar un ensilado.
- Tiene un descenso de pH rápido; además, una fermentación acética más corta y una estabilización láctica más rápida dando como resultado un ensilaje de mayor

concentración energética y más estable durante el período de extracción y suministro.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Granja Zootecnia y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicados en el Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; geográficamente está ubicada a 09° 08' 17'' de latitud sur 75° 59' 52'' de longitud oeste, con una altitud de 660 msnm, temperatura media anual de 24.5°C, precipitación pluvial media anual de 3200 mm y humedad relativa de 83.6%. La ubicación ecológica de acuerdo con la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdridge (1987), la zona de estudio se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano tropical (BMH-pt). El trabajo de investigación se realizó durante tres meses, entre junio a agosto de 2019.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Instalaciones, equipos y materiales

3.3.1. Instalaciones

Para el proceso de ensilado, se utilizó un área techada de 100 m², dónde se instaló una picadora de pastos de la marca “Nogueira”, una ensiladora mecánica modelo silopack de la marca “Weisur” y un área para colocar los ensilados.

3.3.2. Materiales

- Bolsas de polietileno con una capacidad de 50 kg.
- Galonera.
- Microorganismos eficientes (EM) 1 L.
- Melaza de caña, levadura.
- Lodo de palma aceitera.
- Forraje Guatemala 350 kg.
- Instrumentos de laboratorio.
- Reactivos.

3.3.3. Equipos

- Balanza.
- Ensiladora.
- Bomba calorimétrica.
- Aparato digestor de fibra (determinación de FDN y FDA).
- Equipo de Kjeldahl.

3.4. Insumo en estudio

El lodo de palma aceitera fue proveído por la Empresa Industrias del Espino S.A. localizado en el caserío de Santa Lucia, distrito de Uchiza - Tocache – San Martín, es de color café amarillento, contiene atractivas concentraciones de nutrientes como son: 10.90% de proteína total, 13.51% de grasa, 15.25% de fibra total, 32.59% de materia mineral, 27.75% de ELN, 53.61% de FDN y 44.32% de FDA, todos en base a 100% de materia seca (Análisis del Laboratorio de Nutrición Animal-UNALM, 2019).

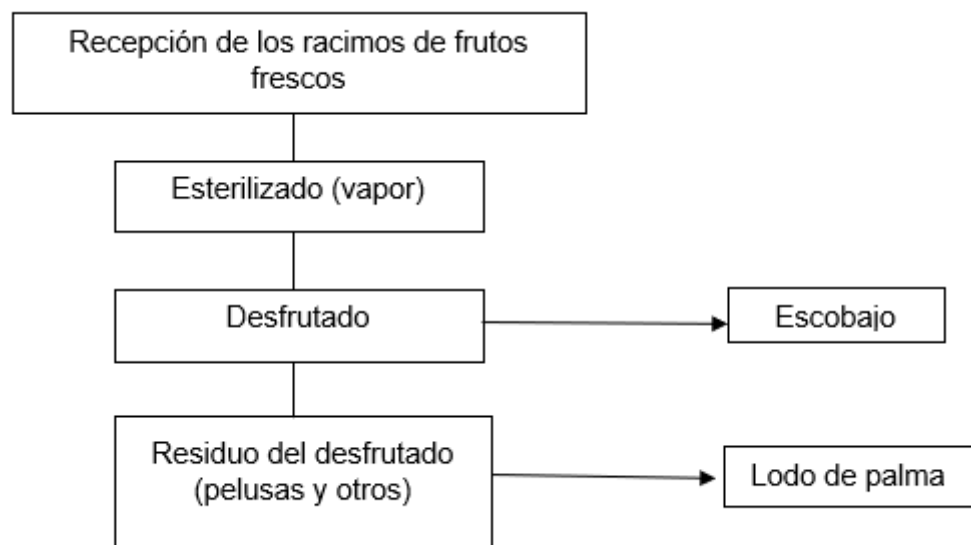


Figura 1. Esquema del proceso de la obtención de lodo de palma aceitera

3.5. Variable independiente

- Diferentes proporciones de lodo de palma aceitera en el proceso de ensilado.
- Pasto: Tratamientos
 - a. T1. Ensilado con 0% de lodo de palma aceitera + 100% de Guatemala.
 - b. T2. Ensilado con 25% de lodo de palma aceitera + 75% de Guatemala.
 - c. T3. Ensilado con 50% de lodo de palma aceitera + 50% de Guatemala.
 - d. T4. Ensilado con 75% de lodo de palma aceitera + 25% de Guatemala

3.6. Distribución de tratamientos del ensilado

Tabla 4. Tabla de distribución de tratamientos del ensilado

T1R1	T2R1	T2R3	T3R3
T2R2	T3R2	T4R1	T1R3
T1R2	T4R2	T4R3	T3R1

3.7. Diseño y análisis estadístico

Los ensilados fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos, cada tratamiento con 3 repeticiones y cada repetición con una unidad experimental de 30 kilogramos; para determinar la inclusión óptima del lodo de palma aceitera en el ensilado, se obtuvo los datos de temperatura y pH, lo cual fueron sometidos a un análisis estadístico de regresión cuadrática. Y los datos nutricionales se analizaron con el software estadístico InfoStat (Infostat, 2019) y los promedios fueron comparados con la prueba de DGC con 5% de probabilidad.

3.8. Variables dependientes

- Temperatura, °C
- pH

3.9. Metodología

Preparación de ensilado, manejo y cosecha de forraje Guatemala:

En la Estación Experimental de Pueblo Nuevo, se cultivó el forraje Guatemala (*Tripsacum laxum*) en un suelo de origen volcánico, que se caracteriza por un buen drenaje y nivel de fertilidad medio, por lo que el forraje destinado para el experimento no fue abonado con ningún tipo de fertilizante y fue cosechado a una edad de 10 semanas por medio de un manejo manual con machete, a una altura de corte a 5 cm sobre el nivel del suelo.

El proceso de ensilado consiste en el uso de:

- Lodo de palma aceitera.** - este insumo se agregó directamente al ensilado.
- Microorganismos eficientes (ME) más aditivos.** - los microorganismos eficientes fueron activados con el uso de un litro de ME que se mezcló con 18 litros agua no clorada, junto con 1 litro de melaza y almacenados en un recipiente cerrado herméticamente durante siete días.

- c. Forraje verde.** - El forraje Guatemala se transportó a la picadora y luego a una ensiladora de la Facultad de Zootecnia-UNAS. Seguidamente, se utilizó el forraje guatemala picado de un tamaño de 4 cm de longitud aproximadamente.

Proceso de ensilado y aplicación de tratamientos

Este proceso consistió en utilizar una ensiladora mecánica: inicialmente se picó el forraje Guatemala con una picadora automática, se extendió el pasto picado en una manta y seguidamente se adicionó: 0%, 25%, 50% y 75% de lodo de palma aceitera. Asimismo, cada proceso de ensilado fue enriquecido con aditivos: 0.5% de microorganismos eficientes activados, 2.5% de melaza y 0.02% de levadura de pan, estos fueron mezclados y con el uso de una mochila fumigadora se añadieron sobre el ensilado y finalmente se mezcló homogéneamente todos los insumos; en seguida se almacenaron en bolsas cerrados herméticamente por 30 días, colocándolos en un lugar seco con techo.

Al inicio del proceso, se tomó muestras de cada unidad experimental para su respectivo análisis químico proximal, en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), donde se determinó el contenido de materia seca (MS) en una estufa a 105°C, la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl, el extracto etéreo (EE), las cenizas totales (CEN), la fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD). Además, se determinó además la temperatura con un termómetro digital y la medición del pH con el uso de un potenciómetro manual, Medidor de pH Checker HI 98103.

En la tabla 4 se detallan las proporciones de lodo de palma aceitera vs forraje Guatemala y en el Tabla 5 se indica las cantidades de aditivos adicionados para cada tratamiento.

Tabla 5. Proporciones (% y kg) de forraje y lodo de palma aceitera

Tratamientos	Lodo de palma aceitera		Forraje (Guatemala)		Total Kg
	%	kg	%	kg	
T1	0	0	100	30.0	30
T2	25	7.5	75	22.5	30
T3	50	15	50	15.0	30
T4	75	22.5	25	7.5	30

Tabla 6. Cantidad (g/ml) de aditivos que se adicionaron a los ensilados de cada tratamiento

Tratamientos	Melaza		Levadura		Microorganismos		Total Gr
	%	mL	%	g	%	mL	
T1	2.5	750	0.02	6	0.5	150	900.5
T2	2.5	750	0.02	6	0.5	150	900.5
T3	2.5	750	0.02	6	0.5	150	900.5
T4	2.5	750	0.02	6	0.5	150	900.5

3.9.1. Análisis químico proximal del lodo de palma aceitera y ensilados

Se realizó el análisis químico proximal, lo cual se determinó el valor proteico, energético y mineral del lodo de palma aceitera y ensilados. A todas las muestras recolectadas, se les realizaron evaluaciones de composición nutricional en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), donde se determinó el contenido de materia seca (MS) en una estufa a 105°C, la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl, el extracto etéreo (EE), las cenizas totales (CEN), la fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD).

Tabla 7. Composición químico nutricional del lodo de palma aceitera (LPA) en base materia seca (MS) y tal como ofrecido (TCO)

Nutrientes	Lodo de palma aceitera (TCO)	Lodo de palma aceitera (MS)
Materia seca (%)	25.14	100.00
Proteína total (%)	2.74	10.90
Grasa (%)	3.40	13.51
Fibra cruda (%)	3.88	15.25
Extracto libre de nitrógeno (%)	6.98	27.75
Fibra detergente neutra (%)	13.48	53.61
Fibra detergente ácida (%)	11.14	44.32
Ceniza (%)	8.19	32.59
Energía total (kcal/kg)	894.49	3558.04

3.9.2. Análisis químico proximal del forraje Guatemala

La muestra fue recolectada de pueblo nuevo, se le realizaron evaluaciones de composición nutricional en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), donde se determinó el contenido de materia seca (MS) en una estufa a 105°C, la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl, el extracto etéreo (EE), las cenizas totales (CEN).

Tabla 8. Composición químico nutricional del forraje Guatemala en base materia seca (MS) y tal como ofrecido (TCO)

Composición bromatológica	Unidad	Forraje Guatemala (MS)	Forraje Guatemala (TCO)
Materia seca	%	100.00	20.00
Ceniza	%	6.97	1.39
Extracto etéreo	%	1.35	0.27
Proteína bruta	%	7.53	1.51

Análisis del laboratorio de nutrición en la UNAS, 2021.

3.9.3. Control de temperatura y pH de ensilados

Se realizó la medición de temperatura y pH semanalmente mediante las herramientas necesarias como el termómetro y un potenciómetro manual; lo cual se analizaron los datos por medio del modelo de regresión cuadrática, determinando un rango óptimo para obtener un ensilado de calidad.

3.9.4. Beneficio neto y merito económico de los ensilados

Se calculó mediante una fórmula de costos para hallar el beneficio neto y merito económico (%), lo cual nos pueda dar la diferencia de escoger el ensilado más económico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Temperatura y pH de ensilados con lodo de palma aceitera

En la tabla 8, se observan las temperaturas y pH de ensilados con diferentes proporciones de inclusión de lodo de palmas aceiteras y evaluadas semanalmente.

Tabla 9. Temperatura y pH de ensilados con diferentes proporciones de inclusión de lodo de palma aceitera

Días	0%	25%	50%	75%	CV, %	p-valor
Día 1						
Temp °C	22.36 ± 0.38	22.54 ± 0.28	23.06 ± 0.38	22.75 ± 0.85	2.31	0.448
pH	4.56 ± 0.24	4.60 ± 0.04	4.61 ± 0.03	4.49 ± 0.17	3.26	0.756
Día 7						
Temp °C	23.93 ± 0.21	23.90 ± 0.10	24.00 ± 0.10	23.97 ± 0.06	0.54	0.802
pH	3.86 ± 0.01 a	4.02 ± 0.05 b	4.01 ± 0.09 b	3.84 ± 0.09 a	1.65	0.016
Día 14						
Temp °C	23.60 ± 0.10	23.77 ± 0.15	23.67 ± 0.15	23.73 ± 0.06	0.52	0.401
pH	3.87 ± 0.07 a	4.07 ± 0.08 a	4.29 ± 0.15 b	3.97 ± 0.07 a	2.40	0.004
Día 21						
Temp °C	23.73 ± 0.15	23.87 ± 0.15	23.67 ± 0.12	23.67 ± 0.12	0.57	0.298
pH	3.95 ± 0.13 a	4.02 ± 0.06 a	4.14 ± 0.02 b	4.18 ± 0.05 b	1.87	0.021
Día 28						
Temp °C	23.70 ± 0.10 c	23.43 ± 0.06 b	23.23 ± 0.06 a	23.53 ± 0.15 b	0.43	0.003
pH	4.12 ± 0.23 a	4.22 ± 0.10 a	4.37 ± 0.01 a	4.73 ± 0.20 b	3.70	0.008

ab: Letras diferentes en la misma fila para cada día, difieren por la prueba de DGC (5%).

Para valorar la calidad de un ensilado se debe tener en cuenta varios factores que influyen en la fermentación y de la magnitud de las pérdidas de compuestos solubles, por eso se realizó la aplicación adecuada de la técnica para la preparación de un ensilado tal como reporta Santana (2004) y Jobim et al. (2007).

En el Tabla 8 se observa la evaluación de los ensilados de lodo de palma aceitera; notándose que los valores de temperatura y pH se encuentran dentro del rango de un ensilado de buena calidad, tal como lo mencionan Garces et. al (2004) y Castro (2018).

La temperatura no fue influenciada ($p>0.05$) por los diferentes tratamientos (Inclusión gradual de lodo de palma aceitera) cuando evaluado en los días 1, 7, 14 y 21 días, con excepción en el día 28, donde el ensilado control sin lodo de palma aceitera reportó mayor temperatura ($23.70\text{ }^{\circ}\text{C}$) en relación con los otros ensilados; entretanto, el ensilado con 50% de lodo y forraje reportó menor temperatura ($23.23\text{ }^{\circ}\text{C}$) en relación con los ensilados con 25% y 75% de inclusión de lodo de palma aceitera y éstas a la vez fueron semejantes en cuanto a temperatura.

En caso del pH se observa efecto ($p<0.05$) de los tratamientos en todos los días de evaluación, con excepción en el día 1. En el día 7 se observa un pH bajo en ensilados del tratamiento control (sin lodo de palma aceitera) y con 75% de lodo de palma aceitera, en relación de los tratamientos con inclusiones de 25 y 50% de lodo de palma aceitera; en cambio, en el día 14 se observa menores valores de pH ($p<0.05$) en los tratamientos: control, 25 y 75% con inclusión de lodo, en relación con el tratamiento de 50% que reportó mayor valor de pH. En el día 21 se observa menores valores de pH ($p<0.05$) en los tratamientos con menores valores de inclusión de lodo de palma aceitera (0 y 25%), en relación con los de mayor inclusión de lodo (50 y 75%).

Entretanto, en el día 28 el tratamiento con mayor inclusión de lodo reportó ($p<0.05$) el más alto valor de pH, en relación con los otros tratamientos. A pesar de que, los valores de pH están dentro del rango óptimo (4.0) de los ensilados, las diferencias posiblemente se deben al tiempo de fermentación de un ensilado ya que las bacterias ácido lácticas actúan por cada semana y a la vez influye el porcentaje de los insumos usados en los tratamientos sobre esta variable.

En cuanto a las características organolépticas de un ensilado, se observó un color amarillo verdoso, con un olor agradable que es propio de una fermentación láctica, una textura firme lo cual indicaría que hubo una adecuada compactación en el proceso de ensilado y también se caracterizó por mostrar un pH óptimo de conservación lo que indica que ha ocurrido un proceso de fermentación láctico y corresponde a un ensilado de excelente calidad. Todas estas características son corroboradas por Ojeda (1990) y Jobim (2007).

4.1.1. Evaluación de temperatura del ensilado

En la figura 2 se detallan las expresiones de Temperatura de ensilados con diferentes inclusiones de lodo de palma aceitera en función de semanas de edad.

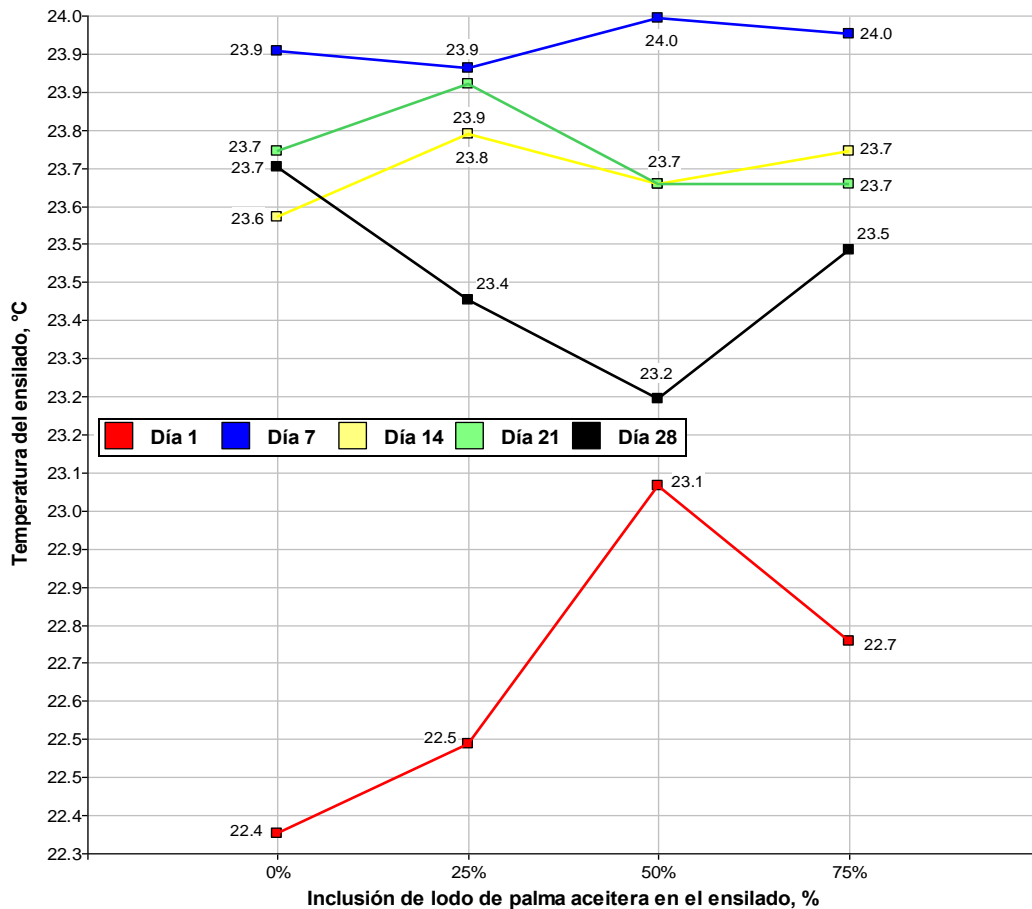


Figura 2. Temperatura de los ensilados por semanas

En la Fig. 2 se observa que las diferentes inclusiones de lodo de palma aceitera en ensilados no influenciaron la temperatura del ensilado en los días 1, 7, 14 y 21, con excepción para el día 28, dónde se muestra una tendencia cuadrática observándose menor temperatura en ensilados con 50% de lodo y 50% de forraje Guatemala.

Entretanto, se denota que las más bajas temperaturas se observaron en el día 1; luego en el día 7, 14 y 21, las temperaturas de los ensilados fueron las más altas y en el día 28 se estabilizó en torno a 23.23 a 23.70 °C.

Además, a partir de la tercera semana (21 días) se encuentra la temperatura con 23°C en todos los tratamientos de 100%, 75%, 50% Y 25% comparando con Sánchez et al. (2018) debería encontrarse en 27.2°C; pero Garcés et al. (2004) comenta que de 14 a 21 días un ensilado de calidad se estabiliza en un rango entre 18 a 25°C, lo cual los resultados de los ensilados de lodo de palma aceitera están cumpliendo con una temperatura adecuada coincidiendo con el segundo autor mencionado.

4.1.2. Evaluación del pH del ensilado

En la figura 3 se detallan las expresiones de pH de ensilados con diferentes inclusiones de lodo de palma aceitera en función de semanas de edad.

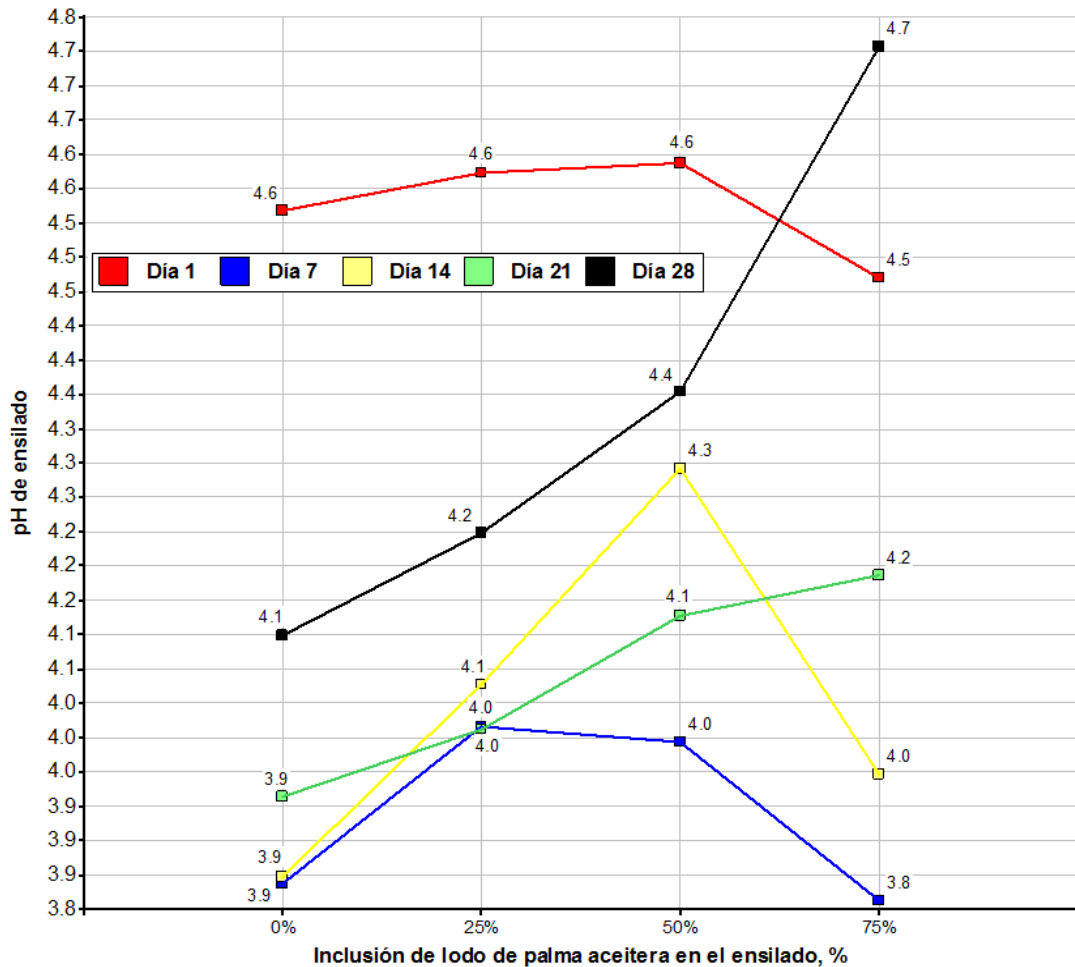


Figura 3. pH de los ensilados por semanas

De acuerdo con la evaluación de las variables independiente y dependientes se determinó por medio de gráficos la cinética de la temperatura y pH de acuerdo con las edades de los ensilados (día 1, 7, 14, 21 y 28 días).

En la fig. 3 se observa que las diferentes inclusiones de lodo de palma aceitera en ensilados influenciaron al pH del ensilado en los diferentes días de evaluación, a excepción del día 1 dónde los valores de pH fueron semejantes para los diferentes tratamientos. Entretanto, en los días 7, 14, y 21 los valores de pH se mostraron con una tendencia cuadrática positiva, observándose los mayores valores en ensilados con 25 y 50% de lodo y reduciéndose el valor de pH cuando el ensilado tuvo un 75% de lodo. Sin embargo, el último día del proceso

de ensilado los valores de pH tuvieron una tendencia cuadrática negativa, notándose claramente un incremento gradual de pH en el 25% al 75% de inclusión de lodo.

En cuanto a una evaluación de pH en diferentes días de evaluación se denota un pH alto en el primer día (4.49 a 4.61), debido a que aún no se inicia el proceso de fermentación para reducir el pH; pero a los 7 días se observa los valores más bajos de pH (3.84 a 4.02), también se observa un incremento de pH en el día 21 en un rango de (3.95 a 4.18).

Sin embargo, en el día 28, los valores de pH reportaron las más altas variaciones reportando valores crecientes cada vez que el ensilado tuvo mayor inclusión de lodo de palma aceitera 4.12 para el control, 4.22 para el nivel de 25%, 4.37 para el tratamiento con 50% y 4.73 para el tratamiento con 75% de lodo; estos resultados, podrían explicar el proceso de ensilado hasta los 21 días es suficiente, donde mantiene un tenor de pH no muy disperso, pero a los 28 días estos valores de pH son influenciados por las dosis crecientes de lodo de palma aceitera, estos resultados concuerdan con Sanchez et al. (2018) quienes indican que, el pH de un ensilado a los 14 a 21 días debe encontrarse en un rango de 3.7 a 4.1, lo cual coincide con nuestros resultados, es decir que a partir de los 21 días el ensilado de lodo de palma aceitera con forraje guatemala ya puede ser utilizado.

4.2. Costos de producción del ensilado

Tabla 9. Análisis económico de producción de ensilados con diferentes proporciones de inclusión de lodo de palma aceitera

Tratamientos	Costo LPA ^a + FG ^b	Otros S/.	Ensilado S/./kg
T1: 0% LPA + 100% FG	0.20	0.31	0.51
T2: 25% LPA + 75% FG	0.17	0.31	0.48
T3: 50% LPA + 50% FG	0.15	0.31	0.46
T4: 75% LPA + 25% FG	0.12	0.29	0.41

a: Costo de lodo de palma aceitera (0.10 soles), b: costo de forraje Guatemala (0.20 soles), Otros: Melaza (1.50 soles), Microorganismos eficiente (4.80 soles), levadura (1.00 sol), energía de la ensiladora (0.22 soles), combustible (0.39 soles), bolsa (2.00 soles), cintas se seguridad (0.12 soles) y mano de obra (3.44 soles).

En la tabla 9 se puede apreciar que, el menor costo de ensilado se encuentra con 0.41 s./kg en el T4 (75% LPA + 25% FG) y el mayor está con 0.51 s./kg en el T1 (100% FG), la diferencia se debe a que actualmente no se está utilizando el lodo de palma aceitera como un insumo, por lo tanto se encuentra valorizado en un precio mínimo de 0.10 soles.

Según Collazos (2005) el costo de ensilado hace quince años atrás se encontraba con un precio de 0.15 s./kg soles, lo que actualmente un ensilado con 75% lodo de palma aceitera esta con 0.41 s./kg, la diferencia se debe que con el transcurso del tiempo se dio los incrementos de costos de producción de forrajes y aditivos.

También comparamos el ensilado con la evaluación de un trabajo de investigación del valor nutritivo y los costos de producción del heno en pie y del ensilaje de sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib) se da con 0.48 s./kg y 0.31 s./kg respectivamente (Fernández et al., 2013), lo cual está cercano al precio por kg del ensilado de forraje Guatemala con 25%, 50% y 75% lodo de palma aceitera respectivamente (0.48, 0.46 y 0.41 s./kg), esto es debido a la oferta y demanda del precio de los insumos utilizados para cada ensilado.

De acuerdo con los resultados se demuestra que la inclusión de 50% de lodo de palma aceitera y 50% de forraje guatemala, posiblemente mejoraría la característica nutricional y seria económicamente mejor.

V. CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos en la investigación llegamos a la conclusión que se rechaza la hipótesis, promoviéndose que el proceso de ensilado con 0, 25, 50 y 75% de lodo de palma aceitera, engloba los valores de temperatura y pH dentro del rango recomendado.
- Los valores de pH y temperatura de los ensilados están dentro de los rangos aceptados para ensilados, con rangos de temperatura y pH de 23 a 24 °C y 3.95 a 4.18, a excepción del día 28 que aumentó los valores de pH con el incremento de lodo en los ensilados.
- El costo de producción de estos ensilados es económico, como en el T3 (50% LPA + 50% FG) y T4(75% LPA + 25% FG) que están con 0.46 y 0.41 s/. /kg.
- El tiempo adecuado para el proceso de ensilado con lodo de palma aceitera es a los 21 días, manteniéndose en un rango adecuado de temperatura (23.67 a 23.87°C) y pH (3.95 a 4.18).

VI. RECOMENDACIONES

- Prestar mucho cuidado en el mecanismo de preparación del ensilaje puesto que, si no realizamos un llenado correcto de las bolsas, un compactamiento ideal y un cerrado hermético, los resultados pueden ser negativos.
- Realizar un picado con promedio de 4cm del largo del forraje a ensilar ya que de este modo brinda mejores resultados bromatológicos y de consumo para los animales.
- Utilizar el ensilado (lodo de palma aceitera y forraje Guatemala), a partir de los 21 días de iniciado su proceso, en condiciones tropicales.
- Valorar biológicamente al lodo de palma aceitera, en función de la digestibilidad de los ensilados y la retención de minerales en rumiantes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M; Hossain, M. (2000). effect of plant density on the growth and biomass production of guatemala grass and its impact on old tea soil. Bangladesh Journal of Training and Development 13:51-56.
- Ancupa. (2010). Estadísticas: Censo Palmero 2005. Ecuador [en línea] Consultado 22 marzo 2019. Formato Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 97-2003. Disponible en: <http://www.ancupa.com>.
- Argumentaria, G.; De la Roza, B.; Martínez, A.; Sánchez, L. (1997). El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), p. 1-127.
- Britos, A.; Broderick, G.; Reynal, S. (2007). Efectos de diferentes suplementos proteicos sobre el flujo de nutrientes omasal y la síntesis de proteínas microbianas en vacas lecheras lactantes. Journal of Dairy Science. Artículo. Vol. 90
- Bustamante, J. (2004). Estrategias de alimentación para la ganadería bovina en Nayarit. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental “El Verdineño”. Folleto para Productores Número 1, Nayarit.
- Castro, I. (2018). Evaluando la calidad de los ensilajes. La revista de Cooprinforma. Ed. 146. Chile.
- Clayton, W.; Harman, K.; Williamateria, H. (2006). Grass-Base - the online world grass flora. [en línea] <http://www.kew.org/data/grasses-db-html>.
- Collazos, L. (2006). Elaboración y evaluación de ensilado de king grass y Camerún en trópico húmedo en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 46 p.
- Cortes, S. P. (2009). Manual Técnico de Palma Africana, Technoserve – Honduras.
- Church, D.; Pond, W. (1996). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México. Versión española de editorial Limusa S.A.
- Demarchi, J. (2004). Produção e utilização de silagem EMPRAPA – CNPMS. 544p.
- De los Ángeles, M. (2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Universidad De Córdoba Departamento De Producción Animal – Argentina.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. (2001). Uso de ensilado en el trópico [EN LINEA] www.fao-sict.un.hn/practicas/014_cratyliia_argentina.htm 13 sept. del 2003.
- Garcés, A.; Berrio, L.; Ruiz, S.; Serna, J.; Buile, F. (2011). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación* 1: 66-71 p.
- Gonzales, D.; Marin, M. (2005). Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista científica FCV-LUZ*. Vol XV, 560 – 567p. Universidad del Zulia, Venezuela.
- Gross, F. (1969). *Silos y ensilados* Zaragoza, España, Editorial Acribia. 136 p.
- Jobim, C.; Nussio, L.; Reis, R. y Schmid T, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 36, suplemento especial, p. 101-119.
- Lane, R. (1999) Ensilaje en pequeñas bolsas plásticas. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos. FAO. Roma. 81-83 p.
- Malagón, (2013). Pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*) con maní forrajero (*Arachis pintoi*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus linnaeus*) en la etapa de engorde en la maná – Cotopaxi. 2013. Tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador p 13.
- Mannetje, L. (2000). Silage making in the tropics, with particular emphasis on smallholders. FAO Plant Production and Protection Paper, 161 p. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), Roma.
- Martínez, F. (2019). Ficha técnica de Pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*); artículo científico. En línea: [www.pastosyforrajes.com/pasto-de-corte]
- Mateos, G.; Rebollar, G. y Mendel, P. (1996). Utilización de Grasas y Productos Lipídicos en Alimentación Animal: Grasas Puras y Mezclas (en línea). España. FEDNA. Consultado 14 febrero 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloI.pdf>.
- McDonald, P., Edwards, R. (1995). *Nutrition animal*. España. Edición. Acribia. 374p.
- Ojeda, F. (1990). Metodologías para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes. Zaragoza: Acribia. P: 185-201 p.

- Palmquist, D. (1996). Utilización de Lípidos en Dietas de Rumiantes (en línea). España. FEDNA. Consultado 14 de febrero 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/96capituloIII.pdf>
- Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariñas, T.; Mena, M.; Cardona, J.; y Pezo, D. (2009). Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE) - Managua, Nicaragua.
- Salamanca, S. (1990). Pastos y forrajes. Producción y manejo. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Col. Talleres Gráficos Univ. Santo Tomás. 439p.
- Sánchez, H.; Ochoa, G.; Peña, P.; López, A. (2018). “Evaluación productiva de Capra hircus alimentados con ensilado de cascarilla de arroz y Opuntia ficus”. Revista de Investigación Científica. Universidad Nacional Científica de Tumbes, Perú.
- Santana, L. (2004). Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestao de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de Capim Tanzania. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Doutor em Ciencia Animal e Pastagens, p. 1-64.
- Valdivieso, R. (2008). Alternativas de Alimentación en Rumiantes. Marcando la Ganadería ASOGAN-SD. Edición N° 16. 32-33 p.
- Valencia, A., Hernández, A., López, L. (2011). Revista de divulgación científica y tecnología de la Universidad Veracruzana Volumen XXIV Numero 2.
- Vallejo, A., Zapata, F. (2020). Pasto Guatemala. Producción y manejo. Universidad Nacional, sede Medellín – Colombia. EN LINEA: [https://www.forestmaderero.com/articulos/item/pasto-guatemala-tripsacum-laxum-nash.html]
- Vargas, C. y Boschini, C. (2011). Producción forrajera del Tripsacum laxum, Fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio. Agronomía mesoamericana 22(1): 99-108
- Vieira da Cunha, M. (2009). Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquia Agropecuária (IPA) e Doutotando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.
- Zurita, R. (2011). Inclusión de Lodo de Palma Aceitera en la Dieta de Novillos Cruce Comercial en un Sistema de Pastoreo Rotacional. Proyecto de Investigación de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo-Ecuador, p. 109.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico proximal del forraje Guatemala

Composición químico nutricional del forraje Guatemala en base materia seca (MS) y tal como ofrecido (TCO)

Composición		Forraje Guatemala	
bromatológica	Unidad	Forraje Guatemala (MS)	(TCO)
Materia seca	%	100.00	20.00
Ceniza	%	6.97	1.39
Extracto etéreo	%	1.35	0.27
Proteína bruta	%	7.53	1.51

Análisis del laboratorio de nutrición en la UNAS, 2021.

Anexo 2. Análisis químico proximal del lodo de palma aceitera Palmawasi



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

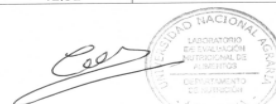
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0217/2019

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ19-0217/01	AQ19-0217/02	AQ19-0217/03	AQ19-0217/04
MUESTRA	Torta de Palmiste	Fibra de escobajo	Lodo Palmawasi	Lodo Planta Nuevo Horizonte
Peso (gramos)	153	147.5	98	95
a.- HUMEDAD, %	5.40	41.66	4.51	25.97
b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), %	13.99	3.05	10.41	10.62
c.- GRASA, %	9.38	6.13	12.90	9.03
d.- FIBRA CRUDA, %	16.83	21.81	14.56	14.56
e.- CENIZA, %	3.98	3.96	31.12	8.94
f.- ELN ¹ , %	50.42	23.39	26.50	30.88
g.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN, %	61.62	33.39	51.19	36.94
h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA, %	40.59	25.74	42.32	30.10

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO



La Molina, 28 de Febrero del 2019

Anexo 3. Análisis de variancia de temperatura del ensilado al día uno

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.81	3	0.27	0.98	0.4476
Error	2.20	8	0.28		
Total	3.02	11			

Anexo 4. Análisis de variancia de pH del ensilado al día uno

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.03	3	0.01	0.40	0.7555
Error	0.18	8	0.02		
Total	0.20	11			

Anexo 5. Análisis de variancia de temperatura del ensilado al día siete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.02	3	0.01	0.33	0.8018
Error	0.13	8	0.02		
Total	0.15	11			

Anexo 6. Análisis de variancia de pH del ensilado al día siete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.08	3	0.03	6.42	0.0160
Error	0.03	8	4.2E-03		
Total	0.11	11			

Anexo 7. Análisis de variancia de temperatura del ensilado al día catorce

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.05	3	0.02	1.09	0.4064
Error	0.12	8	0.01		
Total	0.17	11			

Anexo 8. Análisis de variancia de pH del ensilado al día catorce

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.29	3	0.10	10.30	0.0040
Error	0.08	8	0.01		
Total	0.37	11			

Anexo 9. Análisis de variancia de temperatura del ensilado al día veintiuno

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.08	3	0.03	1.45	0.2979
Error	0.15	8	0.02		
Total	0.23	11			

Anexo 10. Análisis de variancia de pH del ensilado al día veintiuno

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.10	3	0.03	5.78	0.0211
Error	0.05	8	0.01		
Total	0.15	11			

Anexo 11. Análisis de variancia de temperatura del ensilado al día veintiocho

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.34	3	0.11	11.42	0.0029
Error	0.08	8	0.01		
Total	0.42	11			

Anexo 12. Análisis de variancia de pH del ensilado al día veintiocho

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.64	3	0.21	8.19	0.0080
Error	0.21	8	0.03		
Total	0.84	11			

Anexo 13. Datos de la temperatura y pH de los tratamientos con sus tres repeticiones, siendo

A: 0% de LPA + 100% guatemala; B: 25% LPA + 75% guatemala; C: 50% LPA + 50%

guatemala; D: 75% LPA + 25% guatemala

Tratamiento	Repetición	Días	Temperatura	pH
A	1	1	22.62	4.83
A	2	1	22.54	4.37
A	3	1	21.92	4.47
B	1	1	22.46	4.63
B	2	1	22.85	4.55
B	3	1	22.31	4.61
C	1	1	22.62	4.62
C	2	1	23.32	4.57
C	3	1	23.24	4.63
D	1	1	23.24	4.32
D	2	1	23.24	4.49
D	3	1	21.76	4.65
A	1	7	24	3.86
A	2	7	23.7	3.87
A	3	7	24.1	3.85
B	1	7	23.8	4.07
B	2	7	24	3.98
B	3	7	23.9	4.02
C	1	7	24.1	3.99
C	2	7	24	4.1
C	3	7	23.9	3.93
D	1	7	23.9	3.76
D	2	7	24	3.93
D	3	7	24	3.84
A	1	14	23.7	3.87
A	2	14	23.6	3.8
A	3	14	23.5	3.93
B	1	14	23.6	4.12
B	2	14	23.9	4.1
B	3	14	23.8	3.98
C	1	14	23.5	4.46
C	2	14	23.8	4.24
C	3	14	23.7	4.17
D	1	14	23.8	4.04
D	2	14	23.7	3.98
D	3	14	23.7	3.9
A	1	21	23.6	4.06
A	2	21	23.9	3.98

A	3	21	23.7	3.81
B	1	21	23.9	4.02
B	2	21	24	4.08
B	3	21	23.7	3.96
C	1	21	23.6	4.16
C	2	21	23.8	4.13
C	3	21	23.6	4.12
D	1	21	23.6	4.2
D	2	21	23.8	4.12
D	3	21	23.6	4.22
A	1	28	23.7	3.96
A	2	28	23.6	4.01
A	3	28	23.8	4.38
B	1	28	23.5	4.21
B	2	28	23.4	4.13
B	3	28	23.4	4.33
C	1	28	23.2	4.37
C	2	28	23.2	4.38
C	3	28	23.3	4.36
D	1	28	23.4	4.6
D	2	28	23.5	4.62
D	3	28	23.7	4.96

Anexo 14. Análisis proximal de los ensilados



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0911/2019

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CODIGO	AQ19-0911/01	AQ19-0911/02	AQ19-0911/03	AQ19-0911/04	AQ19-0911/05
MUESTRA	T1 100% FORRAJE	T2 75% FORRAJE	T3 50% FORRAJE	T4 25% FORRAJE	T5 0% FORRAJE
Peso (gramos)	36	32	40	43	43
a.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	5.78	8.46	11.14	12.08	13.44
b.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA, %	38.37	34.97	36.39	35.05	39.22
c.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN, %	69.03	63.75	58.98	51.83	46.04

Métodos utilizados:

a.- AOAC (2005). 984.13

b.- ANKOM (2005). Method N° 5 Acid Detergent Fiber in feed. Filter bags technique

c.- ANKOM (2005). Method N° 6. Neutral Detergent Fiber in feed. Filter bags technique

Anexo 15. Composición química nutricional de ensilados de lodo de palma aceitera con forraje Guatemala, en materia seca

Ensilado	MS (%)	PT (%)	EB (kcal/kg)	FDA (%)	FDN (%)	CENIZ A (%)
T1. 0% LPA + 100% FG	19.45 ±0.02	5.78	4088.2±12.32	38.37	69.03	7.11
T2: 25% LPA + 75% FG	20.20±0.21	8.46	4158.4±9.29	34.97	63.75	11.46
T3: 50% LPA + 50% FG	21.74±0.07	11.14	4321.1±0.02	36.39	58.98	15.65
T4: 75% LPA + 25% FG	22.52±0.08	12.08	4363.1±11.02	35.05	51.83	18.15

Anexo 16. Concentraciones de macrominerales de ensilados (tal como ofrecido)

Ensilados	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)
T1. 0% LPA + 100% FG	0.23	0.27	0.10	0.16	0.04	0.04
T2: 25% LPA + 75% FG	0.34	0.22	0.09	0.10	0.05	0.02
T3: 50% LPA + 50% FG	0.51	0.23	0.20	0.34	0.03	0.02
T4: 75% LPA + 25% FG	0.57	0.18	0.19	0.30	0.10	0.02

Anexo 17. Concentraciones de micro minerales en ensilados (tal como ofrecido)

Ensilados	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
T1. 0% LPA + 100% FG	6.00	115.06	8.43	9.00
T2: 25% LPA + 75% FG	7.58	283.26	6.45	8.15
T3: 50% LPA + 50% FG	5.53	623.29	5.96	8.30
T4: 75% LPA + 25% FG	5.04	498.69	3.95	9.21

Anexo 18. Datos de materia seca (MS) a 60°

MS 60 °	T1	T2	T3	T4
1	20.51	21.39	22.61	23.18
2	20.7	21.07	22.63	23.29
3	20.58		22.52	
DIA 1	20.60	21.23	22.59	23.24

Anexo 19. Datos de materia seca (MS) a 60°

MS 60°	T1	T2	T3	T4
1	19.14	19.9	21.93	22.36
2	20.54	19.94	22.26	22.89
1 MS	19.84	19.92	22.10	22.63

Anexo 20. Datos de materia seca (MS) a 105°

105°	T1	T2	T3	T4
1	94.45	95.15	96.32	96.95
2	94.45	95.16	96.33	96.95
2MS	94.45	95.16	96.33	96.95

Anexo 21. Datos de materia seca total (MST) y humedad (H) %

	T1	T2	T3	T4
1 MS (60°)	19.84	19.92	22.10	22.63
2 MS (105°)	94.45	95.16	96.33	96.95
MST (%)	57.15	57.54	59.21	59.79
H (%)	42.85	42.46	40.79	40.21

Anexo 22. Datos obtenidos de MS 1, MS 2, MST (materia seca total) y humedad

	Ensilado				
	Día 1	MS 1	MS2	MST	HUM
Guatemala	19.60				
Lodo	24.01				
T1	20.60	19.84	94.45	18.74	81.26
T2	21.23	19.92	95.16	18.96	81.04
T3	22.59	22.10	96.33	21.28	78.72
T4	23.24	22.63	96.95	21.93	78.07

Anexo 23. Datos de la energía bruta de los ensilados

ENERGIA BRUTA	T1	T2	T3	T4
1	4079.48	4164.96	4321.09	4355.33
2	4096.9	4151.82	4321.06	4370.91
EB	4088.19	4158.39	4321.08	4363.12

Anexo 24. Análisis proximal de macro y micro minerales, en base seca

	análisis proximal		Porcentaje (%)					Partes por millón (ppm)			
	Humedad (%)	Ceniza (%)	N	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
T1	6.46	7.6	1.24	0.56	0.87	0.21	0.24	32	614	45	48

T2	6.1	12.21	1.78	0.5	0.54	0.24	0.09	40	1494	34	43
T3	5.19	16.5	2.4	0.96	1.59	0.14	0.08	26	2929	28	39
T4	5.23	19.15	2.62	0.85	1.37	0.47	0.08	23	2274	18	42



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
 analisisdesuelosunas@hotmail.com




ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		ROBLES HUAYNATE RIZAL ALCIDES				PROCEDENCIA				GRANJA ZOOTECNIA - RUPA RUPA								
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA										
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA				PORCENTAJE (%)				PARTES POR MILLON (ppm)						
Código	Referencia	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		Materia Organica (%)		Cenizas (%)		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)												
ME2019_0440	To	9.02	61.47	29.50	67.57	32.43	3.44	2.15	0.88	1.08	0.24	0.24	72	4114	142	73		
ME2019_0441	T1	6.46	86.43	7.11	92.40	7.60	1.24	1.42	0.56	0.87	0.21	0.24	32	614	45	48		
ME2019_0442	T2	6.10	82.44	11.46	87.79	12.21	1.78	1.18	0.50	0.54	0.24	0.09	40	1494	34	43		
ME2019_0443	T3	5.19	79.16	15.65	83.50	16.50	2.40	1.07	0.96	1.59	0.14	0.08	26	2929	28	39		
ME2019_0444	T4	5.23	76.62	18.15	80.85	19.15	2.62	0.84	0.85	1.37	0.47	0.08	23	2274	18	42		
ME2019_0445	T5	5.23	74.56	20.21	78.68	21.32	2.90	1.21	0.69	0.86	0.17	0.11	61	3740	52	66		
ME2019_0446	T6	6.56	85.13	8.31	91.10	8.90	3.11	2.09	0.85	0.71	0.08	0.07	37	94	63	178		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE VND: VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 01 DE OCTUBRE DEL 2019

RECIBO N° 0595997



Ing. Luis Mansilla Minaya
JEFE





Ing. Miguel PÉREZ OLANO.

Asesor

Ing. Eber CARDENAS RIVERA.

Asesor



Dr. Rizal ROBLES HUAYNATE.

Asesor

Sandra Noemy Erika JACOBO AQUINO.

Tesista