



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE ZOOTECNIA

**Análisis sensorial y químico de la paja de arroz ensilada con
melaza y urea**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista

AUTORA

Bach. Siesquén Guerrero, Karen Estefany Yessenia

ASESOR

**Ing. Lozano Alva, Enrique Gilberto M.Sc.
Registro (ORCID id: 0000-0001-9309-3557)**

Lambayeque, 16 de marzo del 2021

Análisis sensorial y químico de la paja de arroz ensilada con melaza y urea

TESIS

**Presentada para optar el título profesional de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

AUTORA

Bach. Siesquén Guerrero, Karen Estefany Yessenia

Aprobada por el siguiente jurado



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



**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Secretario**



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



**Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva M. Sc.
Asesor**

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Siesquén Guerrero Karen Estefany Yessenia, investigadora principal, y M.Sc. Enrique Lozano Alva, asesor, del trabajo de investigación: **“Análisis sensorial y químico de la paja de arroz ensilada con melaza y urea”**, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 20 de mayo del 2021.



Siesquén Guerrero Karen Estefany Y.



Ing. M.Sc. Enrique Lozano Alva

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermana Jenyfer y mi prima Pierina por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida. A mi hijo por ser motivo de inspiración.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Karen Estefany Yessenia

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Arturo y Rosario, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado

A mi esposo, Augusto por todo el apoyo incondicional, cariño y paciencia para poder lograr este proyecto de estudio.

Agradezco al M. Sc. Lozano Alva Enrique Gilberto, asesor de este trabajo de investigación quien ha guiado con su paciencia, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

Karen Estefany Yessenia

ÍNDICE

| | Pag |
|---|-----|
| Introducción..... | 1 |
| I. Diseño teórico..... | 3 |
| 1.1. Los Residuos Agrícolas Fibrosos (RAF) | 3 |
| 1.2. El cultivo de arroz..... | 6 |
| 1.3. El ensilaje..... | 9 |
| II: Materiales y Métodos. | 15 |
| 2.1. Ubicación y duración de su ejecución | 15 |
| 2.2. Materiales experimentales..... | 15 |
| 2.2.1. Tratamientos experimentales..... | 15 |
| 2.2.2. Material en estudio..... | 16 |
| 2.3. Metodología experimental..... | 18 |
| 2.3.1. Fases del proceso de ensilaje..... | 16 |
| 2.3.2. Evaluación de parámetros..... | 16 |
| 2.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico..... | 18 |
| III. Resultados y Discusión..... | 19 |
| 3.1. Materia seca (MS) del ensilado..... | 19 |
| 3.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de paja de arroz..... | 21 |
| 3.2.1. Pérdidas superficiales y pH..... | 21 |
| 3.2.2. Características organolépticas..... | 23 |
| 3.2.3. Otros componentes químicos..... | 29 |
| 3.3. Composición química de la paja de arroz ensilada..... | 24 |
| 3.3.1. Proteína Cruda..... | 27 |
| 3.3.2. Fibra Cruda..... | 27 |
| 3.3.3. Otros componentes químicos..... | 29 |
| IV. Conclusiones..... | 30 |
| V. Recomendaciones..... | 31 |
| Bibliografía..... | 32 |
| Anexos..... | 40 |

INDICE DE CUADROS

| | Pag. |
|---|------|
| 1: Esquema del análisis de varianza..... | 18 |
| 2: Materia seca de paja de arroz ensilada con melaza y urea, %..... | 19 |
| 3: Pérdidas y pH del ensilado de paja de arroz, según tratamientos | 21 |
| 4. Análisis organoléptico del ensilado de paja de arroz, según aditivo..... | 24 |
| 5: Composición química de la paja de arroz ensilada, B.S. %..... | 25 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | Pag |
|---|-----|
| 1: Materia seca en paja de arroz ensilada, según aditivos, %..... | 20 |
| 2: pH en paja de arroz, según nivel de aditivo..... | 22 |
| 3: Proteína cruda en paja de arroz ensilada, según nivel de aditivo, %..... | 26 |
| 4: Fibra Cruda en paja de arroz ensilada, según nivel de aditivos..... | 28 |

GRÁFICOS DEL ANEXO

| | Pag |
|---|-----|
| 1A: Análisis de varianza para el contenido de materia seca, según tratamientos. | 41 |
| 2A: Análisis de varianza para el pH, según tratamientos..... | 41 |

Análisis sensorial y químico de la paja de arroz ensilada con melaza y urea

Resumen

Muestras de paja de arroz, provenientes de cultivos de la región Lambayeque, fueron tratadas con urea (0, 2 y 4%), y melaza (0, 2 y 4%) y ensiladas durante 30 días. Se encontraron contenidos de materia seca en la paja de arroz ensilada de 56.78, 56.68 y 50.69% para los niveles de urea y de 52.57, 55.35 y 56.22% en los niveles de melaza, señalados, y sin diferencias estadísticas significativas. En ese mismo orden de aditivos, se encontró pH de 2.69, 4.99 y 4.38 (0, 2 y 4% de urea), 4.11, 4.18 y 3.79 (0, 2 y 4% de melaza), sin diferencias estadísticas entre tratamientos; organolépticamente, todos los tratamientos mostraron un color amarillento propio de la paja de arroz, olor fuerte a vinagre y textura inalterada. En el orden de aditivos y sus niveles, la proteína cruda fue de 5.24, 6.07 y 7.42% en el primer caso y de 5.27, 5.75 y 7.51% para la melaza, correspondiéndoles valores en fibra cruda de 44.74, 43.96 y 43.46, para urea, y de 46.65, 42.12 y 43.39% para melaza; un contenido en extracto etéreo de 0.91, 0.92 y 0.96% (urea), 0.90, 1.03 y 0.93% (con melaza); en cenizas se halló 16.45, 16.91 y 17.40% con los niveles de urea y 16.52, 16.85 y 17.39% con los niveles de melaza.

Palabras claves: Paja, arroz, ensilado, urea, melaza

Sensory and chemical analysis of rice straw ensiled with molasses and urea

Summary

Samples of rice straw, from crops in the Lambayeque region, were treated with urea (0, 2 and 4%), and molasses (0, 2 and 4%) and ensiled for 30 days. Dry matter content in the ensiled rice straw of 56.78, 56.68 and 50.69% were found for the urea levels and of 52.57, 55.35 and 56.22% in the molasses levels, indicated, and without significant statistical differences. In the same order of additives, pH of 2.69, 4.99 and 4.38 (0, 2 and 4% urea), 4.11, 4.18 and 3.79 (0, 2 and 4% molasses) was found, without statistical differences between treatments; Organoleptically, all treatments showed a yellowish color typical of rice straw, strong vinegar smell and unaltered texture. In the order of additives and their levels, the crude protein was 5.24, 6.07 and 7.42% in the first case and 5.27, 5.75 and 7.51% for molasses, corresponding values in crude fiber of 44.74, 43.96 and 43.46, for urea, and 46.65, 42.12 and 43.39% for molasses; an ether extract content of 0.91, 0.92 and 0.96% (urea), 0.90, 1.03 and 0.93% (with molasses); 16.45, 16.91 and 17.40% were found in ash with urea levels and 16.52, 16.85 and 17.39% with molasses levels.

Key words: Straw, rice, ensiled, urea, molasses

INTRODUCCIÓN.

La región Lambayeque representa a nivel nacional una de las principales zonas productoras de arroz, donde sobresalen Lambayeque y Ferreñafe que son el 44,5% y 29,7% respectivamente del área total de la región. Respecto al rendimiento en Lambayeque se estima una media de 8.0 t/ha. y, en los últimos años, en promedio, la superficie sembrada fue de 50 000 has. con un rendimiento total de 400 000 toneladas de grano de arroz.

Considerando que, la proporción grano/paja, en arroz, es de 1/1.2, se deduce que en Lambayeque se genera una disponibilidad de 480 000 t. de paja de arroz, del cual si se considera que el 50% se queda en el campo, quedarían 240 000 toneladas de paja de arroz para su incorporación a la cadena alimentaria de los rumiantes.

Sobre la paja de arroz, al igual que otros residuos fibrosos, se sabe que la principal limitante es su escaso contenido en proteína y baja digestibilidad de la materia seca; pero de solucionarse esta limitante bien podría constituirse en una fuente alimenticia de alta disponibilidad, reducido costo y accesible a los sistemas ganaderos de la región.

Una alternativa de mejorar el valor nutritivo de estas fuentes podría ser el ensilaje con previa adición de sustancias nitrogenadas que permitirían mejorar el valor nutritivo, su digestibilidad y uso en la alimentación de rumiantes (vacunos, ovinos de pelo y caprinos) explotados en la región Lambayeque. A ello, se agrega el importante rol que juega la melaza como fuente energética de fácil disponibilidad en la fermentación anaeróbica.

El casi nulo empleo de la paja de arroz como base forrajera en la alimentación de rumiantes es consecuencia de su bajo valor nutritivo, digestibilidad y ausencia de tecnologías que permitan corregir esta limitante; por lo que se propuso **..¿el ensilaje de paja de arroz con aditivos de melaza y urea permitirá obtener un ensilado sin pérdidas, adecuadas características organolépticas y pH que se constituya una**

oferta a implementar en Lambayeque?. Por eso, se plantea como hipótesis que este subproducto ensilado con los citados aditivos producirá un ensilado con pocas pérdidas, buenas características propias de buen ensilado.

Se buscaron alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ✓ Mostrar como el empleo de microsilos permiten obtener un producto capaz de ser evaluado en para extrapolar a ensilajes a nivel de campo.

Objetivos específicos:

- ✓ Medir pérdidas, características organolépticas, composición químicos, de la paja de arroz luego de 30 días de ensilado con aditivos.
- ✓ Establecer grados de correlación entre parámetros evaluados.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Los Residuos Agrícolas Fibrosos (RAF)

1.1.1. Definiciones y caracterización

Se sabe que varios cultivos derivan grandes volúmenes de residuos vegetales, luego de la cosecha de los granos o en otros sitios donde se almacena. Parte se usa en alimentación de rumiantes, otra parte se desecha, no sabiendo que podrían ser fuente importante de alimento para los animales (Klopfenstein, 1978).

La clasificación internacional de alimentos ubica a las pajas y rastrojos en el grupo 1, en el cual se encuentran heno de gramíneas y leguminosas, cascarillas de semillas, rastrojos de cosechas, etc. En conjunto se diferencian por su alto contenido de fibra cruda, con un valor igual o superior a 18% (Church, 1989).

En forma precisa se dice que la pared celular de estos subproductos fibrosos corresponde a los carbohidratos estructurales celulosa, hemicelulosa y polisacáridos y pectinas. Se agrega algo de glucanos, fructanos y mananos (Antongiovanni y Sargentini, 1991).

Según las fuentes de Alapin, 2008; Eyhorn *et al.*, 2002; Ekboir, 2001, los residuos fibrosos que proceden luego de cosechar sobre todo los granos, se orientan primeramente como insumo para alimentar rumiantes que pastan en esos suelos o que al ser cotados a veces se pica o se empaca y dado como suplemento en la ración de los rumiantes (Correa, 2008), o bien, se usan como cobertura del suelo en la agricultura en pendiente (Eyhorn *et al.*, 2002).

Conociendo que de mayor importancia en las paredes celulares son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina; donde la hemicelulosa es insoluble en agua, pero soluble en

ácidos o álcalis, y están muy asociados a la lignina (Van Soest, 1994) y éstos forman la red hidrofóbica que limita el ataque de bacterias y enzimas celulolíticas (Carpita y Gibeut, 1993). A ello se agregan los grupos acetilo de la hemicelulosa (Kumar y Wayman, 2009), su índice de cristalización (Chang y Holstzapfel, 2000) entre otros factores. Complementan diciendo que toda la fracción lignocelulósica es la que deriva de árboles, plantas, desechos de animales, de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, etc.), del aserradero y de los residuos urbanos; siendo una fuente de disponibilidad permanente y segura de recursos renovables y energía, siendo así, la materia de mayor abundancia en la naturaleza, representando cerca del 50% de la biomasa de mundo, con una producción calculada en cifras que van desde 10000 a 50000 ton/año.

Los residuos de cosecha, principalmente de cereales, están disponibles luego que las plantas han madurado fisiológicamente, coincidiendo con la cosecha del grano y donde la proteína y energía digestible en tallos y hojas son mínimos. Estos residuos quedan en el campo después de cosechar el cultivo principal (citando a la paja de maíz, paja de cereales), que luego se pueden pastorear, procesarlos como alimento seco, o ensilarlos. Se ha escrito que, en América Latina se genera unos 380 millones de toneladas métricas al año y en el Perú, cerca de 16 millones de toneladas métricas (Barrena et al., 2010), agregando, la fuente, que son económicos, voluminosos, altos en fibra no digerible (lignina), pobres en proteína cruda y ello obliga a suplementar con proteína y minerales, siendo recomendable picarlos antes de suministrarse a los animales, por lo que se emplean, de preferencia, en raciones de rumiantes de baja producción (Barrena et al., 2010).

Los cálculos realizados estiman rendimientos, como rastrojo, en trigo harinero (6.4); trigo candela (8.0), avena (7.6), cebada cervecera (6.9), maíz consumo (14.2), maíz

semilla (3.3), arroz (7.7), triticale (12.9), poroto (2.5), lenteja (0.9), raps (9.4) lupino dulce (2.3 t/ha), referidos por ODEPA (2015).

Muchos estudios acerca de los “esquilmos de cosecha” y las maneras de uso como alimento para animales (Fuentes et al., 2001; Macedo, 2000 Ferreiro, 1990), los mismos que destacan la importancia que éstos tienen en la alimentación de los animales, pero al mismo tiempo, se acepta que son deficientes en aporte de nutrientes para el ganado, lo que ha generado otros estudios para ver cómo se puede mejorar el contenido de nutrientes y su digestibilidad (Sánchez et al., 2012; Yescas et al., 2004; Fuentes et al., 2001) para hacer más fácil su empleo como ingrediente en la alimentación animal (Coleman y Moore, 2003).

1.1.2. Composición química de los RAF

La composición química y el valor nutritivo están relacionados a diversos factores (maduración de la planta, fertilización de las tierras, factores de clima, etc.) Sus componentes son principalmente: a) La celulosa, b) La hemicelulosa y c) La lignina. La primera, es la más abundante en las plantas y en toda la superficie terrestre, su aprovechamiento por rumiantes va desde 20 % a 90 %. En el caso de la hemicelulosa se relaciona con las gomas vegetales de cadenas formadas por pentosas. La lignina es compuesto aromático que dan rigidez, resistencia y defensa contra las enfermedades y a mayor concentración en la planta será más baja su digestibilidad (Souza e Izabele, s.f.).

Varias citas concuerdan que en conjunto la celulosa y hemicelulosa en gramíneas, pajas, maderas duras y en el bagazo están entre 60 a 75%, lignina entre 5 y 25%; diferente a Viestrus et al. (1981) que dan valores de 40-50% en celulosa, o de 10 a 20% en lignina. Los minerales de las pajas varían (Little, 1984; Morrison, 1980; Jackson, 1977), siendo pobres en calcio, fósforo y azufre (Dixon, 1985), sodio y cobre (Little, 1984) y en la

mayor parte de las vitaminas, especialmente en vitamina A; buenos aportes de vitamina D (Morrison, 1980) y agrega que el nivel de digestión ruminal, en la pared celular, por rumiantes se correlaciona a las peculiaridades del complejo celulosa-hemicelulosa (Engelhardt et al., 1985).

En cáscara de maní se cita materia Seca de 90.5%, proteína cruda de 7.4%, calcio de 0.3%, fósforo total de 0.1%, fibra Cruda de 55.2 % y cenizas de 6.1% (Navarro, 1993). Se confirma que estos subproductos son altos en fibra y en contenido de pared celular (con un FND entre 60 y 80%), donde la celulosa, hemicelulosa y lignina son sus componentes; bajos en proteína cruda (PC), promedio de 4%. y una digestibilidad de la materia orgánica entre 50 y 55%; y, para panca de maíz, citan materia seca (88.9%), cenizas (5.9%), proteína cruda (4.9%), FDN (76,0%), FDA (41.7%).

Casi todos los componentes de las pajas de cereales (incluyendo proteína y minerales), se asocian a la pared celular. En promedio poseen 71% de FND, del cual el 40% es celulosa, 23% es hemicelulosa, el 8% es lignina y un 0,2% de cutina (Pinos et al., 2002).

La composición química de la paja de los cereales trigo y cebada (%), en humedad, cenizas, proteína bruta (PB) extracto etéreo, grasa verdadera (%) y fibra bruta fueron de 8.0, 6.1, 3.5, 1.6, 50 y 39.1, a los cuales se agrega el contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), Lignina Detergente Acida (LDA), Almidón, Azúcares con valores de 70.9, 48.3, 8.4, 0.7 y 1.3% respectivamente (De Blas et al. 2003)

La fracción inorgánica o cenizas, son básicamente sales de calcio, potasio, magnesio y sílice que forman carbonatos, fosfatos, oxalatos y silicatos. Sus valores dependen de la parte de la planta (hojas, ramas, corteza, raíces, etc) y cambian según el suelo, edad de la planta (Escobar, 2005).

La composición química de la broza de espárrago, BS, contiene una proteína de 14.6%, 42.0% de FC, cenizas 6.6%, suministran minerales que cubren las necesidades

(López, 2010). A ello se agrega el reporte de Carrasco (1994) quien para dicho residuo agrícola halló que una digestibilidad *in vivo*, promedio, de 70% de la MS.

La explosión de vapor sobre composición y la digestibilidad de subproductos agrícolas, por presión (10.3, 13.8 y 17.2 kg cm²) y tiempo (5, 10 y 15 min), para rastrojo de sorgo, rastrojo de maíz y bagazo de caña, al aumentar la presión y el tiempo disminuyó el pH, FDN y hemicelulosa, pero no cambió la lignina y FDA (Basurto et al., 2012).

1.2. El cultivo de arroz

1.2.1. Taxonomía y condiciones de siembra

Strasburger (1986), cita la taxonomía al arroz como sigue:

Reino : Plantae

Clase : Liliopsida

Orden : Poales

Familia : Poaceae

Género : Oryza

Especie : Oryza sativa, Linn.

Ha sido descrita como planta sub acuática y acuática (flotantes), con sistema radicular de corta duración, raíces secundarias adventicias, tallos huecos, con nudos y entrenudos que varían según los cultivares. De cada nudo nace una hoja y una yema que da origen a un nuevo macollo, y, éste a otros macollos, espiguillas trifloras, el fruto es un cariósipide y, su semilla lo constituye el endospermo y el embrión. La altura de la planta varía, hay muy bajas (cultivares enanos) hasta otras de 7 metros de altura (flotantes); sin embargo, los

cultivares modernos son semi enanas (1 m) o intermedias (1.30 m) y resistentes al volteado (Gonzales, 1982).

Ha escrito que el cultivo del arroz, se inició haría 10000 años, en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, sabiéndose que, ocupa el segundo lugar en el mundo, luego del trigo referido a superficie cosechada; aporta más calorías/hectárea que los demás cereales cultivados (Acevedo et al., 2006).

1.2.2. El cultivo de arroz en el Perú

La producción muestra un crecimiento horizontal y, sobre todo debido al incremento en área cultivada y menos debido al mejoramiento de la productividad; citando que la siembra crece a una tasa anual del 8 %, la productividad lo hace al 2 %. (APEAR, 2010). En el país, independiente de su importancia como alimento, tiene el reconocimiento de ser el que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, y ello, se correlaciona con la capacidad para generar la mayor cantidad de empleabilidad en el sector agrario. Por ejemplo, aportó con 4.5% del PBI agropecuario y con 7.7% del PBI agrícola en el año 2011, que significó alta ocupación a nivel de campo y en la molinería, con estadísticas de cerca de 44.7 millones de jornales que equivaldría a 161300 empleos anuales permanentes. A ello, se debe agregar que genera subproductos que sirven en la elaboración de bebidas y alimentos balanceados en ganadería y avicultura. Estacionalmente la siembra mayor se da en noviembre a marzo, y que es en promedio un 54.8% del total de siembras nacional, y todo lo dicho porque en dichos meses hay mayor disponibilidad de agua en el norte de Perú (MINAG, 2012).

En el IV Censo Agrícola del INEI (INEI, 2012), el arroz representa una de las mayores áreas de cultivo, con 224 298. 36 hectáreas, que viene a ser alrededor del 14% del valor total de la producción agrícola.

El autor ha calculado que la producción nacional de arroz creció 55.8% durante el periodo 2004-2014, y que ello se debe al incremento en el rendimiento, el que pasó de 5.6 toneladas por hectárea en los años 90, a 7.7 toneladas por hectárea en el 2013 (León, 2015).

Según la referencia, este cultivo se introdujo al Perú por los españoles a mediados del siglo XVI y hacia los valles costeros del sur del país; pero hoy, se extiende en grandes extensiones de los valles del Norte, Ceja de Selva y Selva, y su trascendencia reside en ser un alimento básico de la canasta familiar peruana (Rodríguez, 2017).

1.2.3. La paja de arroz, mejoramiento de su valor nutritivo y utilización

Ya diversos estudios han mostrado aumentos de la digestibilidad por acción del tratamiento con amonio-urea (Schiere, 1985; Saadullah, 1985; Ambar y Djajanegara, 1982; Jayasuriva y Perera, 1982).

Este subproducto es alto en FDN, elevado en sílice, lo que es negativo para su digestibilidad y determina que el consumo animal sea bajo, una lenta velocidad de digestión en el rumen; también es deficiente en calcio, fósforo, sodio y, especialmente en vitamina A. Cuando se ha tratado con urea, se ha logrado degradar la estructura de la fibra y adicionar nitrógeno, por lo que se recomienda tratarla con un 4 a 5% de urea previamente disuelta en 20 a 40 litros de agua. Con ello se ha logrado aumentar la proteína bruta desde 4 a un 8%, pasar la digestibilidad, de la materia seca, de 45 a 57 %, aumentar el consumo de materia seca en un 34 %, el consumo de energía digestible aumentó un 73

%, agregándose que el amonio inhibe el desarrollo de hongos (Bartaburu et al., 2007). Según las hectáreas sembradas en el país, con un rendimiento de grano cercano a 5500 kg/ha, una relación grano/paja de 1/1.2, y estimando un uso del 50 % de la misma, una altura de corte de 20 cm, daría para alimentar 550 mil vacunos adultos durante 5 meses si se estima 7 kg. de paja/vacuno/día.

En su trabajo ensiló paja de arroz molida, mezclada con agua (1 x 2), añadió un inoculante (lactobacilos y levaduras, 1×10^8 células/g), carbohidratos solubles (0 y 2 %), urea (1.5 y 3.0 %) y NaOH (0 y 1 %), y, halló que todos los aditivos influyeron positivamente en los principales indicadores de calidad del ensilaje. La combinación de inocular y añadir 1 % de hidróxido de sodio, 2 % de carbohidratos y 3 % de urea produjo un ensilaje con 57.3, 9.3 y 7.0 % de digestibilidad, proteína bruta y verdadera, respectivamente (Díaz et al., 2001).

La paja de arroz, según esta consulta, tiene 4.3% de proteína, 1.014 Mcal/kg ENLac, 71.0% de FDN, 0.21% de calcio y 1.32% de potasio (Vaquero, s.f.).

Por análisis Weende y pared celular de Van Soest, para conocer el valor nutritivo, a través de la digestibilidad in vivo, estimar el valor de la EM y los NDT, evaluar la producción de carne y la rentabilidad al utilizar dos subproductos agrícolas (rastrajo de maíz y arroz), enriquecidos con melaza y tres niveles de urea (1; 2 y 3%), en ovinos tropicales mestizos, encontraron coeficientes de digestibilidad para la MS, MO, PC, FC, EE y ELN del rastrajo de maíz de 40.49; 48.56; 22.14; 64.55; 67.03 y 36.94%, la EM y el NDT fue de 1377.80 kcal kg⁻¹ MS y 40.39%, superando a los del arroz. Calcularon una asociación alta y positiva entre FC y CDMO ($r=0.98$). El rastrajo de maíz permitió mayor GPD, ICA y RC más eficientes (0.132 kg animal⁻¹ día⁻¹; 7.50 y 45.09%) (Sánchez et al., 2014).

1.3. Ensilaje

1.3.1. Definiciones

Fundamenta que en forrajes ensilados se busca disminuir rápidamente el pH por fermentación láctica, y sostener la condición anaeróbica en el silo (Woolford, 1990). A ello se agrega que, si el pH aumenta, el amoníaco y las aminas se acumulan, pero los ácidos orgánicos disminuyen (Johnson, 1989).

También se comenta que los microorganismos presentes dependen del pH (Rodríguez-Romero et al., 2002); siendo que, mohos y levaduras crecen con pH de 5 a 6, mientras que el pH ácido y la alcalinidad inhiben el desarrollo microbiano (Tortora et al., 1993).

Han resumido que ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por las bacterias lácticas, anaeróbicamente, para conservar el alimento al inhibir el desarrollo de microorganismos, porque el oxígeno ocasiona la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado a CO₂ y H₂O (Merry et al. 1997).

La cita diferencia que el silaje es conservar el forraje por vía húmedas y la henificación es la conservación del material deshidratado previamente, debiendo cuidarse produzcan pérdidas de efluentes, escurrimiento de líquidos, destrucción de la proteína verdadera de los carbohidratos solubles (CHOS) que se logra considerando muchos factores antes de ensilar (Fernández, 1999).

En sí, esta práctica, se refiere básicamente al almacenamiento de forrajes verdes en condiciones anaerobias, en un depósito determinado llamado silo, donde se producen principalmente la fermentación, y, terminar con un producto final llamado silaje (Peñagaricano et al. 1977). Se refuerza la presencia necesaria de bacterias lácticas (*estreptococos* y *lactobacillus*) que intervienen en los carbohidratos del material vegetal y producen ácido láctico, el cual evita el deterioro del forraje y conserva su valor nutritivo (Lobo y Díaz 2001).

También cita que el ensilaje es un método de conservación de forrajes donde se inhibe el desarrollo de microorganismos que degradan la materia orgánica, pudiendo preservarse con ácidos agregados o producidos en un proceso de fermentación, dentro de un silo, donde se dispone en capas uniformes eliminando el aire por compresión y cubriéndolo finalmente (Mannetje, 2001).

Del mismo modo, se reitera que el ensilaje es conservar forrajes frescos u otros alimentos con alta humedad, en reservorios llamados silos, en ausencia de aire, luz y humedad exterior; y que sirve para la alimentar de rumiantes (Church et al., 2002). Enfatiza la relación de condiciones anaerobias con suficiente cantidad de carbohidratos fermentables para producir ácido láctico y así estabilizar la masa, detener la fermentación y así, conservar durante un período indefinido dependiendo del tipo de forraje o subproducto a ensilar, así como las condiciones de fermentación entre otros factores (Church et al., 2002)

Un ensilaje de buena calidad debe tener las siguientes características: - Olor agradable (ausencia de olor podrido) - Ausencia de hongos (manchas blancas) - Acidez pH menor a 4.2 - Humedad entre 69 y 71% - Sabor agradable - Ácido láctico 8.5% - Ácido acético 1.5% (Schoonhoven et. al., 2005)

La ventaja del ensilaje es que requiere poca maquinaria e infraestructura y poco dependiente de las condiciones climáticas y por eso se reducen los costos de producción que es una ventaja para actualmente usar el método en explotaciones bovinas (Aguilera et al., 2007).

Se adiciona que el ensilado facilita la recolección del forraje cuando es difícil utilizar otra forma de conservación (Cañete y Sancha, 1998); gracias a que es un proceso de conservación en estado húmedo, por fermentación, con acidificación, en depósitos

llamados silos, al abrigo del aire, la luz y la humedad exterior. (Argamenteira, *et al*, 1997); permitiendo que los forrajes se conserven con mínimas pérdidas de materia seca y de nutrientes, manteniendo una buena palatabilidad por el ganado (De la Roza *et al.*, 2005; Vieira da Cunha, 2009).

La calidad final del ensilado dependerá de la materia prima, aplicación adecuada de técnicas, la altura de corte, nivel de humedad, tamaño de las partículas, porosidad de la masa forrajera, resistencia a la compactación (Jobim, 2007) y la calidad fermentativa, determinada por la concentración de ácidos orgánicos, nitrógeno amoniacal y pH (Santana, 2004). Forrajes que tengan alrededor de 6 a 8% de carbohidratos solubles, materia seca cercana al 32 o 35%, bajo poder tampón, es adecuado para ensilar (Vieira da Cunha, 2009).

Se enfatiza en inhibir el crecimiento de microorganismos degradadores de la materia seca (Garcés *et al*, 2006); siendo importante la utilización de ensilajes para la alimentación animal por el bajo coste y alto rendimiento biológico (Santos, *et al.*, 2009).

La clave es evitar el contacto del forraje ensilado con el aire, que se alcanza por una buena compactación y almacén hermético (Reyes *et al.*, 2009). Se indican las siguientes características organolépticas que se asocian con ensilajes de alta calidad: Olor aromático, dulce, agradable y ligado al ácido láctico, en tanto que, olor a húmedo (indica presencia de moho), a vinagre (ácido acético), a orines (amoníaco), a mantequilla rancia (ácido butírico) no se acepta en un ensilaje de buena calidad; el color será entre verduzco y café claro, porque, café oscuro o negro indica que se elevó mucho la temperatura en el silo y hubo pérdida de nutrientes. Cuando se hallan manchas blancas o rosadas, es por la presencia de mohos, pero no serían problema si es que son pocas, aunque los animales rechazan esas partes; finalmente, se observará que la textura del ensilaje sea firme, o que no deshaga el material al presionar con los dedos.

Se debe cuidar mucho el pH, por ser el factor que más incide en la actividad enzimática, puesto que al tener un valor menor a 4.0 cesará inmediatamente. Esto explica por qué aún en los ensilajes bien conservados el nitrógeno soluble puede representar desde el 49 hasta el 60% del nitrógeno total. Recordar que una solubilización de las proteínas afecta el valor nutritivo de este elemento (Monroy y Viniegra, 2013).

1.3.2. Tipos de aditivos en el ensilaje

Está definido que, los aditivos en el ensilaje regulan y/o mejoran la fermentación en el silo, disminuyen pérdidas y aumentan la calidad nutritiva de los ensilajes; sin embargo, deberá recordarse que a pesar de ser eficientes no corrigen fallas del ensilaje como consecuencia de un corte tardío del forraje o un pobre sellado del silo (Castle, 1982).

Por la función que desarrollan se mencionan a los aditivos conservantes, es decir evitan fermentaciones no deseadas (ácido fórmico, acético, láctico, propiónico, benzoico, caprónico); inoculantes, que elevan rápido la acidez del forraje (bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus*, *pediococcus*, *streptococcus*); enzimas (amilasas, celulasas, hemicelulasas, pectinasas) que rompen la pared celular y aumentan el contenido de azúcares solubles; sustratos (melazas, glucosa, sacarosa, granos de cereales, pulpa de remolacha, pulpa de cítricos); nutrientes (amonio, urea, carbonato cálcico) tal como lo menciona Argamentaría et al. (1997).

1.3.3. Uso de melaza y urea en ensilajes

Conservar un forraje como silage requiere ciertas condiciones que garanticen una fermentación anaeróbica y se reduzca ostensiblemente las pérdidas de nutrientes para que los rumiantes obtengan el mayor beneficio del producto durante la época de escasez de forraje fresco (Wilkinson, 1983; Pietrosevoli et al., 1995). Aplicar aditivos, mejora el

valor nutritivo y el consumo voluntario (Wernli, 1975; Ojeda, 1993). La urea incrementa la concentración de solutos y mejora la estabilidad aeróbica de los ensilajes, el contenido de nitrógeno del producto final, el consumo, y la digestibilidad de la materia seca y de la energía y los aumentos de peso de bovinos. (Moreno, 1977; Reardon, 1980). Mientras que la melaza incrementa la proteína cruda, el contenido de materia seca, la digestibilidad de la materia seca, el consumo, la concentración de ácido láctico y disminuyen la concentración de ácido acético y el pH (Catchpoole y Henzel, 1976; Moreno, 1977; Ventura, 1980; Pietrosevoli et al., 1995).

Todos comentan que, tratándose de aditivos, la melaza, es muy económica, su presencia eleva la gustocidad del ensilaje y que se relaciona con mayor palatabilidad. Cuando se ensilan gramíneas solas, pueden añadirse al 2 o 3%, previamente disuelta en agua. Este se dispersa en cada capa de forraje. La ventaja de este aditivo, es que aporta azúcares simples que son fundamentales para la proliferación de bacterias generadoras de ácido láctico (Nisperuza et al., 1985).

A su vez, la urea, sirve para elevar la proteína del material ensilado. Recuerda que la urea se desintegra en amoníaco y dióxido de carbono, después se combina con el ácido láctico y acético formando las sales. Estas sales, que contienen (NH_3), al ser ingeridas por los rumiantes, en el rumen los microorganismos elaboran los aminoácidos que serán digeridos en el intestino delgado, absorbidos y metabolizados en formación de tejidos corporales o productos (Mühlbach, 1999).

Complementa diciendo que la urea mejora la estabilidad aeróbica del ensilaje al momento de la apertura del silo. De acuerdo con Mühlbach (2001), con la adición de urea, generalmente se aumentan los valores de pH y nitrógeno amoniacal. Fernández (1999) reporta logró elevar el contenido proteico de ensilajes al emplear entre 1.5 y 2.5 % de urea, y, cuando hay excesos en la cantidad de urea empleada, el vacuno deja de consumir

hasta que éste baje. Según resultados de la misma fuente, muestran que la urea, al agregarse a forrajes altos en materia seca, pero baja capacidad de poder tampón (granos de maíz o sorgo), se logra aumentar la proteína bruta y se logra manejar la estabilidad aeróbica del ensilaje.

Pero, Lavezzo (1993), no recomienda usar urea en forrajes bajos en materia seca, así lo probó con pasto elefante, y si además no hay aditivos que aporten carbohidratos solubles.

Singh et al (1996), han dicho que valores altos de pH y de Nitrógeno amoniacal, se relacionaban con un aumento en poblaciones de bacterias proteolíticas anaeróbicas. INTA (2009), ha publicado que, la adición de 0.6% de urea en caña picada, se podría llegar a 12% de proteína bruta. Álvarez (1988), informa que utilizar 1% de urea en caña fresca, es un nivel óptimo.

En avena forrajera, evaluó varios niveles de melaza (0, 2.0 y 4.0%) y de urea (0, 1.5 y 3.0%), no se diferenciaron en el contenido de materia seca del ensilado, las pérdidas por enmohecimiento fueron bajas, organolépticamente, mostraron un color veduzco aceptable, olor agradable y sus componentes químicos fueron homogéneos (Llatas, 2018).

Maíz chala, ensilado con melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y urea (0, 1.5 y 3.0%, v/v) halla materia seca de 22.9, 24.10 y 24.17% (para 0, 2 y 4% de melaza), 23.22, 23.56 y 24.40 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea), pérdidas, por hongos, fueron de 5.78, 5.05 y 4.5% (para 0, 2 y 4% de melaza), 4.24, 6.55 y 4.555 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea), pH de 3.48, 4.02 y 4.16 (para 0, 2 y 4% de melaza), 3.31, 4.30 y 4.05 (para 0, 1.5 y 3.0% de urea), color verde amarillo o verde oliva (excelente), olor miel de fruta madura (excelente) y una textura con contornos continuos o bueno (Altamirano, 2018).

Maíz chala, ensilada con melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y lacto suero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en pérdidas halló niveles de 5.05, 5.11 y 4.55% (para 0, 2 y 4% de melaza), 4.75, 4.32 y 5.64 (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero). El pH fue de 2.75, 2.76 y 2.81 (para 0, 2 y 4% de melaza), 2.81, 2.75 y 2.75 (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero), 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 (Saldaña, 2018).

En maralfalfa ensilada con melaza y lactosuero, las pérdidas de material ensilado, por mohos, promedios según el nivel de melaza, fueron de 4.41, 3.11 y 5.29% (0, 2 y 4%); y para lactosuero de 4.41, 3.76 y 4.81%. El pH, promedios, para melaza con 0, 2 y 4% fueron de 3.59, 3.40 y 3.32; y con urea de 3.71, 3.36 y 3.33 (Cubas, 2019).

II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación y duración de su ejecución

El estudio se llevó a cabo en un ambiente particular de la ciudad de Chiclayo, provincia y distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque, con áreas adecuadas para las distintas fases experimentales. Geográficamente se ubica en el norte de la costa peruana, aproximadamente entre las coordenadas geográficas 5 28'36" y 7 14'37" de latitud Sur y 79 41'30" y 80 37'23" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

Se inició en el mes de junio del 2019 y se concluyó en diciembre del mismo año en sus fases de recolección del material experimental (paja de arroz), preparación de aditivos, proceso de ensilaje, evaluación del producto ensilado, análisis químico, tabulación de la información, análisis estadístico, redacción y revisión del documento.

2.2. Materiales experimentales

2.2.1. Tratamientos experimentales

- T₀: Ensilaje de paja de arroz sin aditivos
- T₁: Ensilaje de paja de arroz sin melaza y 2% de urea
- T₂: Ensilaje de paja de arroz sin melaza y 4% de urea
- T₃: Ensilaje de paja de arroz sin urea y 2% de melaza
- T₄: Ensilaje de paja de arroz con 2% de melaza y 2% de urea
- T₅: Ensilaje de paja de arroz con 2% de melaza y 4% de urea
- T₆: Ensilaje de paja de arroz sin urea y 4% de melaza
- T₇: Ensilaje de paja de arroz con 2% de melaza y 4% de urea
- T₈: Ensilaje de paja de arroz con 4% de melaza y 4% de urea

2.2.2. Material en estudio

La paja de arroz, altamente disponible en los campos de cultivo de arroz (arrozales) de la provincia de Chiclayo en particular y procedió de la campaña 2018-2019 y donde se forman erales de este cereal, luego de la obtención del grano en cáscara, sin

costo alguno, disponible y de donde progresivamente se traslada la paja según el uso (quemado luego de ser esparcido, uso en camas o pisos de diversas especies domésticas, etc.).

Los aditivos: La melaza, fue la procedente de las Empresas Agroindustriales de la región (Pomalca, Tumán, Pucalá) y ofertadas en la localidad para su uso en la alimentación animal y y otros usos menores, con buenas características de frescura, uniformidad, coloración típica, olor agradable y sin grumos).

La urea, es el fertilizante nitrogenado ofertado en el medio para uso en agricultura y que eventualmente se emplea como NNP en la alimentación de rumiantes.

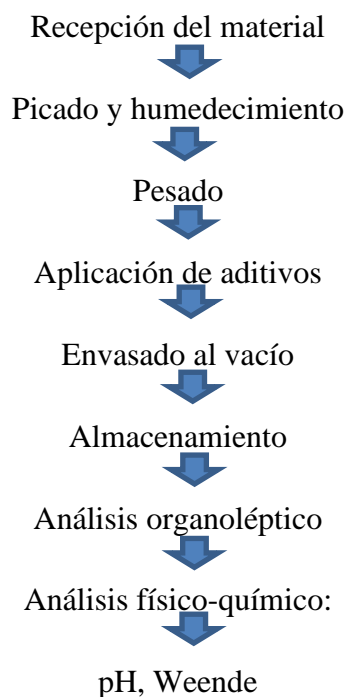
Otros materiales que se emplearon en las distintas etapas del ensayo fueron:

- Bolsas de polietileno con capacidad para 3 kg
- Aspiradora de aire
- Plumón con tinta indeleble
- Cámara digital
- Licuadora y matraz
- pH-metro
- Equipos para análisis bromatológico
- Otros que el experimento lo requiera

2.3. Metodología experimental

2.3.1. Fases del proceso de ensilaje

El siguiente flujograma muestra secuencialmente los pasos desarrollados en el presente experimento:



2.3.2. Evaluación de parámetros

2.3.2.1. Análisis organoléptico

✓ Color, olor y textura (Chaverra y Bernal (2000)).

| INDICADOR | EXCELENTE | BUENO | REGULAR | MALO |
|----------------|------------------------------------|--|--|--|
| Color | Verde aceituna o amarillo oscuro | Verde amarillento. Tallos con tonalidad más pálida que las hojas | Verde oscuro | Marrón oscuro, casi negro o negro. |
| Olor | A miel o azucarado de fruta madura | Agradable, con ligero olor a vinagre | Fuerte, Ácido olor a vinagre, (ácido butírico) | Desagradable, a mantequilla rancia. |
| Textura | Conserva sus contornos continuos | Igual al anterior | Se separan las hojas fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos. | No se observa diferencia entre tallos y hojas. Es más amorfa y jabonosa. Al tacto es húmeda y brillante. |

2.3.3. Pérdidas de material ensilado

A la apertura de las bolsas se separó la fracción superficial, principalmente, que se estimaba como material descompuesto, presencia de hongos, y no correspondía al material evaluable.

2.3.4. pH y otros análisis de laboratorio

Para la determinación del pH, se tomó 25 gramos del ensilado y sometido a licuación agregando 200 cc de agua destilada y la lectura.

2.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

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

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

Dónde:

Y_{ijk} : Respuesta asociada al nivel - i del factor (melaza) y el nivel - j del factor (urea).

μ : Promedio general: parámetro

T_k : Efecto del tratamiento k: parámetro

M_i : Efecto principal del factor Melaza –i: parámetro

U_j : Efecto principal de factor urea- j: parámetro

$(MU)_{ij}$: interacción entre melaza - i y urea – j: parámetros

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

Cuadro 1. Esquema del análisis de varianza

| FUENTES DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | G.L | CM | Fc |
|-----------------------------|--------------------------|-------------|------------------------------|----------------------|
| Tratamientos | S _{Ct} | T – 1 | S _{Ct} /t-1 | CM _t /CMe |
| M (melaza) | S _{Cm} | M – 1 | S _{Cm} /m-1 | CMM/CMe |
| U (urea) | S _{Cu} | U – 1 | S _{Cu} /u-1 | CMU/CMe |
| MU (Interacción) | S _{Cmu} | (M-1)(U-1) | S _{Cmu} /(m-1)(u-1) | CMMU/CMe |
| Error Experimental | SCT – S _{Ct} | (n-1)-(t-1) | | |
| TOTAL | SCT | N – 1 | | |

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Materia seca (MS) del ensilado

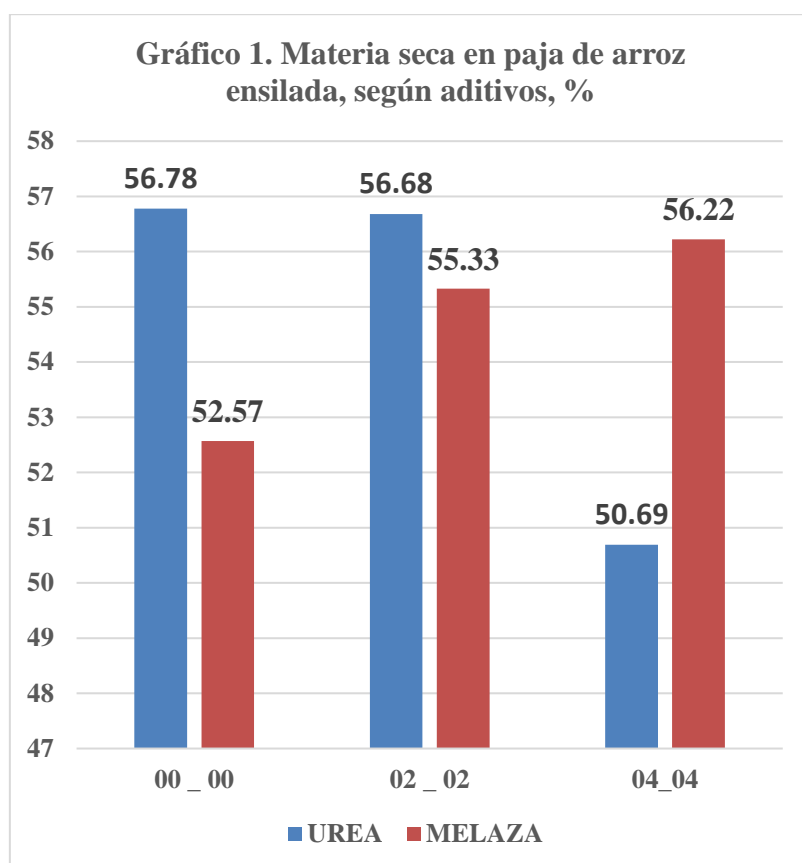
La información obtenida, promedios, por tratamiento y aditivos se exponen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Materia seca de paja de arroz ensilada con melaza y urea, %

| <div>Urea, %</div> <div>Melaza, %</div> | 0 | 2.0 | 4.0 | Promedio |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 53.57 | 55.97 | 48.17 | 52.57^a |
| 2.0 | 61.67 | 50.76 | 53.63 | 55.35^a |
| 4.0 | 55.11 | 63.30 | 50.26 | 56.22^a |
| Promedio | 56.78^a | 56.68^a | 50.69^a | 54.71 |

a/ Letra exponencial para indicar que no hay diferencias estadísticas

De lo expuesto, según nivel de urea aplicada, no insinúa alguna tendencia en la materia seca (56.78, 56.68 y 50.69%) aun cuando, con 0 y 2% se mantiene una materia seca homogénea y desciende con 4% de urea; en tanto que, por el nivel de melaza se muestra ligera tendencia ascendente en función al nivel aplicado (52.57, 55.35 y 56.22%). Gráfico 1.



El análisis estadístico correspondiente (Cuadro 1A), arrojó no haber diferencias estadísticas entre tratamientos, tanto para efectos principales, como para la interacción.

La materia seca encontrada es superior a los reportes de consultados y en uno dice oscila entre los 29 – 35 % (Reyes *et al.*, 2009) o cuando se dice que en la humedad va entre 80-70% (Betancourt *et al.*, 2005).

Considerando que la paja de arroz, post cosecha y recogida en campo, fue humedecida previa al ensilaje, los valores hallados son menores a lo encontrado por Mina *et al.* (2018), donde al adicionar agua (20 a 60%) y niveles de 0 a 6% de urea la materia seca osciló alrededor de 64%.

3.2. pH, pérdidas y características organolépticas del ensilado de paja de arroz

3.2.1. Pérdidas superficiales y pH.

Los datos encontrados se muestran en el Cuadro 3.

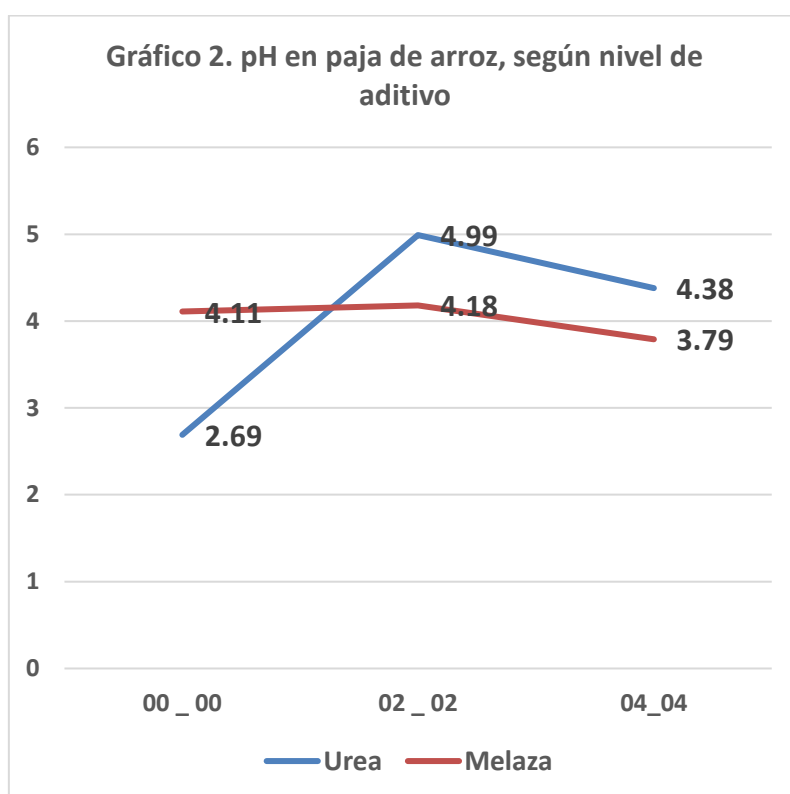
Cuadro 3. Pérdidas y pH del ensilado de paja de arroz, según tratamientos

| Observaciones | Urea Melaza | 0.0 | 2.0 | 4.0 | Promedio |
|---------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | |
| Pérdidas, % | 0.0 | 2.30 | 0.00 | 0.00 | --- |
| | 2.0 | 2.50 | 0.00 | 0.00 | --- |
| | 4.0 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | --- |
| | Promedio | 2.27 | 0.00 | 0.00 | -- |
| pH | 0.0 | 2.90 | 5.27 | 4.12 | 4.11 ^a |
| | 2.0 | 2.73 | 4.88 | 4.92 | 4.18 ^a |
| | 4.0 | 2.43 | 4.83 | 4.10 | 3.79 ^a |
| | Promedio | 2.69 ^b | 4.99 ^a | 4.38 ^a | 4.92 |

a, b / Exponenciales que indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre medias

Las pérdidas superficiales experimentadas solamente se encontraron en aquellos tratamientos con la adición exclusivamente de melaza. Se observa pérdidas mínimas en T₀ (2.30), T₃ (2.50) y en T₆ (2.00%), y ninguna pérdida en los otros tratamientos donde se combinaron la urea y melaza en diferentes niveles., lo que explicaría que ambos aditivos impiden la putrefacción por hongos.

Considerando que el pH ácido es un referente de buen ensilaje por estar relacionado con la predominancia de bacterias lácticas, se deduce que desde un ensilaje sin aditivos de urea/melaza (0-0) con un pH de 2.90 tiende a ser menor con 2.0% de melaza (0-2) al lograr 2.73 y continúa mejorando con 4% de melaza (0-4) con un pH de 2.43. En el resto de combinaciones de aditivos se incrementa el pH, es decir es menos ácido, aun cuando se mantiene dentro del rango de acidez. Gráfico 2.



El gráfico que antecede permite establecer que, desde un ensilaje bastante ácido en los tratamientos sin urea y los tres niveles de melaza (2.69) se eleva el pH cuando la úrea se adiciona en 2.0% en los niveles de melaza (4.99) y tiende a descender cuando el nivel de urea fue de 4.0% a los distintos niveles de melaza (4.38); es decir, que el pH se mantuvo menos variable y que, al mayor nivel de melaza y urea el pH bajó.

El análisis estadístico para pH (Cuadro 2A) mostró que solamente hubieron diferencias estadísticas ($p < 0.01$) para el factor urea. La prueba de Duncan estableció que entre 2 y 4% de urea no difieren sus valores de pH, pero que estos dos sí se diferencian estadísticamente del nivel 0%.

Los resultados del estudio concuerdan en el efecto logrado en pH cuando se dice que la melaza disminuye el pH (Catchpoole y Henzel, 1976; Moreno, 1977; Ventura, 1980; Pietrosevoli et al., 1995).

Una relación del nivel de urea y de melaza en los ensilajes y la generación de pH ha sido demostrada en diversos estudios, aun cuando varía según el forraje ensilado, tal como lo demostró en avena forrajera con valores en pH, para niveles de urea de 5.01, 4.91 y 4.05; y en los niveles de melaza 4.67, 4.80, 5.31 (Llata, 2018), o en maíz chala donde determinó pH de 3.48, 4.02 y 4.16 para 0, 2 y 4% de melaza; 3.31, 4.30 y 4.05 para 0, 1.5 y 3.0% de urea (Altamirano, 2018), o también en maíz chala, donde el pH fue de 2.75, 2.76 y 2.81 para 0, 2 y 4% de melaza, 2.81, 2.75 y 2.75 para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero (Saldaña, 2018). También en maralfalfa ensilada con melaza y lactosuero el pH, que para melaza con 0, 2 y 4% fueron de 3.59, 3.40 y 3.32; y con urea de 3.71, 3.36 y 3.33 (Cubas, 2019).

Nuestros hallazgos concuerdan con Suárez et al (2011) quienes evaluaron la adición de urea al 0.5% en el ensilaje de caña de azúcar y *Gliricidia sepium*. Tonissi et al (2013) dan la explicación a los datos del estudio al citar la acción que la urea a través de compuestos nitrogenados neutraliza el ácido láctico, aun cuando, el amoníaco por medio de microorganismos amonificantes, es convertido en ion amonio y luego en nitratos, que liberan hidrogeniones y ocasiona caída del pH conforme se aumenta la urea (Campillo & Sadzawka, 2006).

3.2.2. Características organolépticas

La información correspondiente se expone en el Cuadro 4.

El color, en promedio fue **BUENO**, es decir un color amarillento, tallos con tonalidad más pálidos que las hojas, típica de las pajas de cereales, un color esperado en el ensilaje de pajas de cereales y sin que haya cambio en su tonalidad natural. El olor, un indicador de un buen o mal ensilado como casos extremos, en este caso mostró un producto inmediatamente perceptible a ácido acético (vinagre), irritable a las fosas nasales y que le corresponde un calificativo de **REGULAR**.

El promedio de la textura logró un calificativo de **EXCELENTE**, es decir un ensilado que mantenía perfectamente sus contornos continuos.

Los resultados expuestos corresponden a un buen ensilaje por coincidir en el color final entre verduzco y café claro la textura firme, tal como lo señala Reyes et al. (2009).

Cuadro 4. Análisis organoléptico del ensilado de paja de arroz, según aditivo

| Parámetros | Urea | | | | |
|------------|----------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Melaza | 0.0 | 2.0 | 4.0 | Promedio |
| Color | 0.0 | B | B | B | Amarillo |
| | 2.0 | B | R | B | Amarillo |
| | 4.0 | B | R | B | Amarillo |
| | Promedio | Amarillo | Amarillo oscuro | Amarillo | AMARILLO |
| Olor | 0.0 | B | R | R | Fuerte, olor a vinagre |
| | 2.0 | B | R | R | Fuerte, olor a vinagre |
| | 4.0 | B | R | R | Fuerte, olor a vinagre |
| | Promedio | Agradable, ligero vinagre | Fuerte, olor a vinagre | Fuerte, olor a vinagre | FUERTE, OLOR A VINAGRE |
| Textura | 0.0 | E | E | E | Contornos continuos |
| | 2.0 | E | E | E | Contornos continuos |
| | 4.0 | E | E | E | Contornos continuos |
| | Promedio | Contornos Continuos | Contornos continuos | Contornos continuos | CONTORNOS CONTINUOS |

3.3. Composición química de la paja de arroz ensilada.

3.3.1. Proteína cruda.

Los promedios, según el nivel de urea, independiente del nivel de melaza, en cierto modo explican que la incorporación de esta fuente de nitrógeno no proteico (NNP), habrían mejorado levemente su contenido (10.68 vs. 11.51 y 10.83%), es decir un efecto ascendente con 1.5% de urea y luego se tornaría asintótico, pero, no cae por debajo del nivel cero. Los resultados de análisis de laboratorio se exponen en el Cuadro 5.

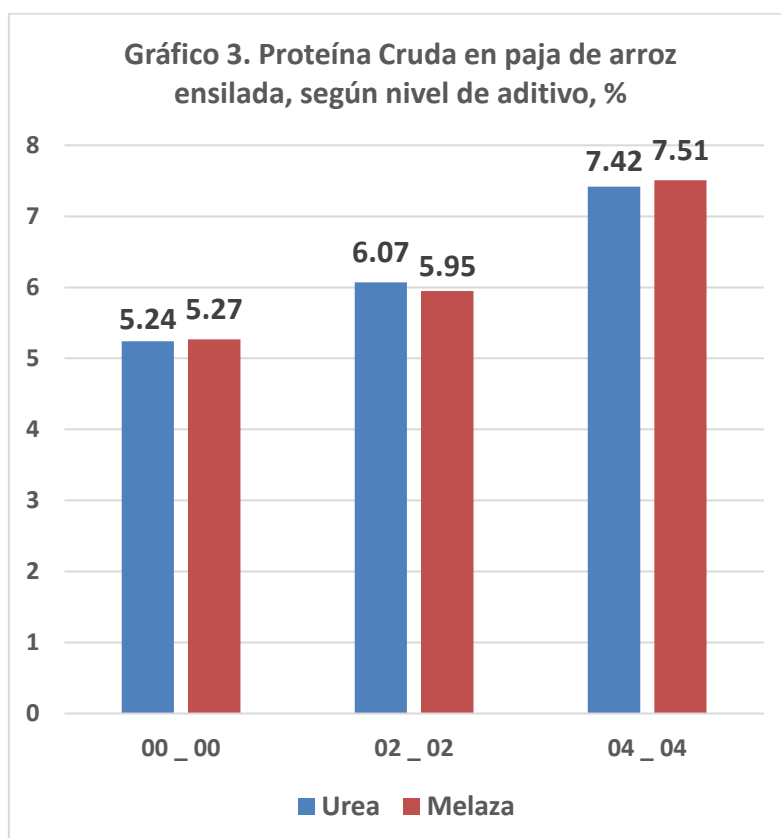
Cuadro 5. Composición química de la paja de arroz ensilada, B.S. %.

| Observaciones | Urea | 0.0 | 2.0 | 4.0 | Promedio |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| | Melaza | | | | |
| Proteína Cruda, % | 0.0 | 4.83 | 4.85 | 6.13 | 5.27 |
| | 2.0 | 4.86 | 6.12 | 6.88 | 5.95 |
| | 4.0 | 6.04 | 7.24 | 9.26 | 7.51 |
| | Promedio | 5.24 | 6.07 | 7.42 | 6.24 |
| Fibra Cruda, % | 0.0 | 47.02 | 47.07 | 45.86 | 46.65 |
| | 2.0 | 44.65 | 40.90 | 40.82 | 42.12 |
| | 4.0 | 42.56 | 43.92 | 43.69 | 43.39 |
| | Promedio | 44.74 | 43.96 | 43.46 | 44.05 |
| Extracto Etéreo; % | 0.0 | 0.84 | 0.85 | 0.89 | 0.74 |
| | 2.0 | 0.84 | 0.92 | 0.95 | 0.90 |
| | 4.0 | 1.06 | 0.99 | 1.05 | 1.03 |
| | Promedio | 0.91 | 0.92 | 0.96 | 0.93 |
| Cenizas, % | 0.0 | 15.81 | 16.10 | 17.66 | 16.52 |
| | 2.0 | 16.54 | 16.82 | 17.18 | 16.85 |
| | 4.0 | 16.99 | 17.82 | 17.35 | 17.39 |
| | Promedio | 16.45 | 16.91 | 17.40 | 16.92 |

Es importante observar cómo en cada nivel de melaza y de urea aumenta el nivel de proteína.

En promedio, independiente del nivel de melaza, la proteína aumentó desde 5.24 (0% de urea), a 6.07 (2.0% de urea) hasta 7.42% (4.0% de urea); en tanto que independiente del nivel de urea la proteína subió desde 5.27% (0% melaza), luego a 5.95% (2.0% de melaza) y a 7.51% (4.0% de melaza). En el primer y segundo caso, la proteína experimentó un incremento de 41.6 y 18.41% respectivamente.

También resulta importante que, entre paja ensilada sin aditivos (4.83% de proteína) y paja ensilada con 4.0% de ambos aditivos (9.26% de proteína) se logró incrementar la proteína en un 91.72%. Gráfico 3.



Contrastando resultados, se espera, que la proteína cruda aumente, tal como se vio en ensilajes de pasto cuba OM-22. Varios estudios han ratificado que la incorporación de urea mejora la proteína cruda; tal como halló Pereira & Gusmão (2011) al evaluar la cáscara de soja; Moura et al. (2007) al investigar el ensilaje de pasto Tanzania.

El incremento de la proteína cruda en los ensilajes se relaciona con el nitrógeno no proteico (NNP) proporcionado por la urea, porque reduce la proteólisis de las células vegetales por acción de microorganismos (Fernández, Contreras, Carhuapoma, & Soldevilla, 2013). Del mismo modo Oliveira et al. (2009) presentaron resultados similares sin encontrar diferencias significativas en dos periodos (30 y 60 días) evaluados bajo adiciones diferentes de urea.

El aumento de proteína por la adición de urea también es confirmado por (Mülbach (2001), quien dice que aditivos como la urea, al ser agregados a forrajes con valores altos en materia seca y bajos de poder tampón aumentan el contenido de la proteína bruta; que también lo confirman Rezende et al. (2007), los que al adicionar urea en ensilados de caña de azúcar aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal, siendo una ventaja para este tipo de ensilado ya que la producción de amonio controla la aparición de levaduras. Lo observado en el estudio también es reafirmado por Ramírez (2016), quien, con diferentes concentraciones de urea sobre el ensilaje de avena, se logró un mayor contenido de proteína cruda (13.54%).

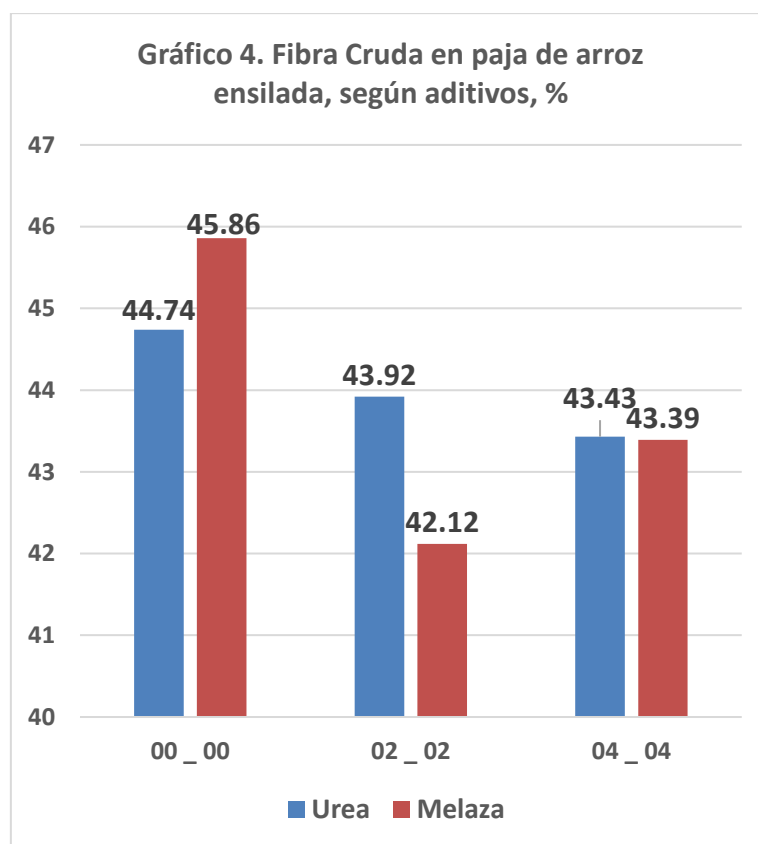
3.3.2. Fibra Cruda

Representa el segundo componente químico de interés en el ensilaje de paja de arroz con melaza y urea.

De acuerdo al nivel de urea, el promedio independiente del nivel de melaza, de fibra cruda fue de 44.74, 43.92 y 43.69% para 0, 2.0 y 4.0% de urea, es decir que entre los niveles extremos la fibra cruda disminuyó en 2.35%.

En el caso del nivel de melaza el promedio, independiente del nivel de urea, de fibra cruda fue de 46.75, 42.12 y 43.39% para 0, 2.0 y 4.0% de melaza, es decir que entre los niveles extremos la fibra cruda disminuyó en 6.99%.

También se determinó que la fibra cruda de la paja de arroz ensilada sin aditivos (47.02%) y la ensilada con 4.0% de urea y melaza (43.69%) disminuyó en 7.08%. Gráfico 4.



Comparando con la literatura y por correspondencia entre fibra de la paja de arroz con la digestibilidad de la materia seca, energía metabolizable y el consumo se nota el efecto del ensilaje con urea tal como lo menciona Quintans y Gómez (2006), quienes citan que la paja de arroz ensilada con urea (4 a 5%), la digestibilidad de la materia seca pasó de 45 a 57 %, el consumo de materia seca aumentó un 34 %, el consumo de energía digestible aumentó un 73 %.

En el caso de la paja de arroz se observó un incremento del 23% en la proteína (de 4,9 a 6,6%) y de 12,5% en la digestibilidad de la fibra (de 50,5 a 56,9%), lo que muestra el beneficio de la melaza y urea para mejorar la digestibilidad.

3.3.3. Otros componentes químicos

El Extracto Etéreo (contenido de grasa) en forrajes es de escasa importancia y se observaron valores bajos, propios de estos tipos de residuos agrícolas fibrosos; igual análisis corresponde las cenizas y cuyos valores altos frente a otras fuentes fibrosas se atribuiría al contenido de sílice presente en la paja de arroz.

El porcentaje de ceniza detectado por Bartaburu *et al.*, (2011) para residuos de post-cosecha de arroz reporta entre datos 16 - 18% y otros cereales entre el 6 - 8%. Por lo que las cenizas obtenidas en esta investigación son consistentes con los reportes antes mencionados.

IV. CONCLUSIONES

De los resultados mostrados se llega a las siguientes conclusiones:

1. El contenido de materia seca de la paja de arroz ensilada no se alteró por acción de los aditivos agregados y se mantuvo dentro de parámetros normales de los residuos agrícolas fibrosos; con un promedio general de 54.71%
2. Las pérdidas superficiales por mohos fueron mínimas y solo en microsilos donde no se adicionó urea, con un promedio de 2.27%
3. El pH de la paja de arroz ensilada, sin aditivos, fue más ácido en comparación a las ensiladas con interacción de melaza y urea; aun cuando en general se mantuvieron dentro del grado de ácido que es lo deseado y esperado en un buen ensilado. También se concluye que la melaza representa una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables que garantizan la fermentación láctica
4. Organolépticamente la paja de arroz muestra un color amarillento típico de las pajas de cereales, olor avinagrado, textura firme
5. La incorporación de urea y de melaza incrementan significativamente el contenido de proteína cruda
6. La fibra cruda de la paja de arroz ensilada disminuye con la adición conjunta de urea/melaza
7. El extracto etéreo y las cenizas se mantuvieron dentro de niveles típicos de las pajas ensiladas.

V. RECOMENDACIONES

- 1, Aplicar urea y melaza hasta en un 4.0% en ensilajes de paja de arroz por mejorar ampliamente su valor proteico, disminuir ligeramente la fibra cruda y garantizar características organolépticas de un buen ensilaje
2. evaluar aditivos energéticos y proteicos de disponibilidad local para ensilaje de gramíneas disponibles en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, M., A. WILLIAN, A. CASTRILLO, Y. UIRA y C. BELMONTE. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Trop.* 56(2): 151-170. 2006.
- AGUILERA, A., F. PÉREZ, D. GRANDE, I. DE LA CRUZ y J. JUÁREZ. 2007. Digestibilidad y características fermentativas de mango, limón y rastrojo de maíz ensilado, con o sin adición de melaza y urea. México.
- ALAPIN, H. 2008. *Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina*. Buenos Aires: Editorial Teseo – Universidad de Belgrano.
- ALTAMIRANO, C. 2018. Composición química y calidad del ensilado de maíz chala con urea y melaza. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- AMBAR, A. R. and A. Djajanegara. 1982. The effects of urea treatment on the disappearance of dry matter and fiber of rice straw from nylon bags. *School of Agriculture and forestry. University of Melbourne, Australia.* Vol. 2. No. 4.
- ANTONGIOVANNI, M Y SARGENTINI, C. 1991. Variability in chemical composition of straws. Eds. JL Tisserand; X Alibés. Zaragoza. CIHEAM. p 49-53.
- ARGAMENTERÍA, G.; B. DE LA ROZA, A. MARTINEZ, L. SANCHEZ y A. MARTINEZ. 1997. El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). 1-127 pp
- ASOCIACIÓN PERUANA DE PRODUCTORES DE ARROZ (APEAR). 2010. Programa de tecnificación en el cultivo de arroz. Lima, Perú. 21pp.
- BARRENA, V. J. GRANELA, H. GARCÍA, N. FLORES, E. RUBÍN, J. OCAÑA y R. GUILLEN. 2010. Análisis biomásico leñoso y de residuos para uso de combustible (en línea). Disponible en <http://www.fao.org/docre/>.
- BARTABURU, D., E. MONTES y M. PEREIRA. 2011. Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis forrajera. Utilización de la paja de arroz en la alimentación animal. INIA, Instituto Plan Agropecuario. Uruguay. 40 pp.

- BASURTO, R., A. ESCAMILLA, B. MARTÍNEZ, S. MOYA, E. RAMÍREZ y J. BECERRA. 2012. Composición química, digestibilidad y cinética ruminal de la digestión de residuos agrícolas tratados con explosión de vapor Chemical composition, digestibility and digestion kinetics of steam explosion-treated crop residues. *R Rev Mex Cien Pec.* 3 (4):407-425
- BETANCOURT, M., I. GONZÁLEZ, M. MARTÍNEZ DE ACURERO. 2005. Evaluación de la calidad de los ensilajes. *Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela*
- CAMPILLO, R., & R. ADZAWKA. 2006. Acidificación de los suelos y los procesos involucrados. Programa de recuperación de suelos degradados. Serie Actas.
- CARPITA, N Y D. GIBEUT. 1993 Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant J* (3):1-30.
- CARRASCO, R. 1994. Composición química, degradabilidad y digestibilidad de la broza de espárrago (*Asparrogus officinalis*). Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- CASTLE, M. 1982. Making high quality silage. In: *Silage for milk production* (J.A.F. ROO and P.C. Thomas, eds.). Technical Bulletin 2. NIRD-HRI. Printed in the college of Estate Management, Reading. 105-122 pp.
- CATCHPOOLE, V. Y A. HENZEL, A. 1976. Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* (Nandi) with molasses. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 6(20):76-81.
- CHANG, V. y M. HOLSTZAPPLE. 2000. Fundamental factors affecting biomass enzymatic reactivity. *Appl Bioch Biotechnol* 2000;84-86:5-37.
- CHURCH, D. 1989. Digestive Physiology and nutrition of ruminants. vol. 2 (Second Ed.) Corvallis U.S.A. p. 412.
- CHURCH, D., W. POND y K. POND. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. (E. L. S. Edición., Ed.) p. 635. México D.F.

- COLEMAN, S. y J. MOORE. 2003. Feed quality and animal performance . En: F. Crop. Res. 84(1), 17–29.
- CUBAS, W. 2019. Análisis sensorial y químico de la maralfalfa (*Pennisetum sp*) ensilada con melaza y lactosuero. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- De la ROZA B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra), p. 1-20.
- DÍAZ R. F., M. A. BRIZUELA, P. SERRANO, A. MARTINEZ Y L. A. GONZALES. 2001. Inoculantes y otros aditivos en ensilajes. Efecto en el valor nutritivo de la paja de arroz. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, tomo 35, núm. 4, p. 337-343.
- DIXON, RM. 1985. Availability and characteristics of fibrous residues. Fibrous Agricultural Residues Newsletter (FARN). 5(2).
- ESCOBAR, R. 2005. Caracterización química de la madera del primer raleo de pino Caribe. *Biblioteca USAC*. Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0947_Q.pdf
- EYHORN, F.; HEEB, M. y WEIDMANN, G. 2002. Manual de capacitación en agricultura orgánica para los trópicos. Bonn, Alemania: IFOAM/FiBL.
- FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
- FERREIRO, H. 1990. Utilización de subproductos agrícolas en la alimentación animal. Morelia, Michoacán, México.
- FUENTES, J., C. MAGAÑA, L. SUÁREZ, R. PEÑA, S. RODRÍGUEZ y B. ORTIZ. 2001. Análisis químico y digestibilidad “in vitro” de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). Agronomía Mesoamericana, 12(2), 189-192.

- FERNÁNDEZ, M. 1999. El silaje y los procesos Fermentativos. <http://www.martinezstaneck.com>.
- FERNÁNDEZ, C., P. CONTRERAS, P. CARHUAPOMA, P. & C.SOLDEVILLA. 2013. Efecto del premarchitamiento y de diferentes proporciones de urea sobre la composición bromatológica del ensilado de avena (*Avena sativa* L.). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 7(2), 24–35.
- FERREIRA, D., GONCALVES, L., MOLINA, R., CASTRO, G., & TOMICH, R. (2007). Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. Revista Brasileira de Zootecnia, 59, 423–433.
- GALAVIZ, F. 1984. Efectos de la amonificación con urea de la paja de maíz sobre su valor nutritivo. Tesis Maestro en Ciencias de la Producción Animal. Universidad Autónoma de Chihuahua, México. 150 pp.
- GONZALES, H. 1982. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Instituto Nacional de Investigación y Promoción agropecuaria (INIPA). Estación experimental Vista Florida. Chiclayo, Perú. Segunda edición. pp. 1-34. Disponible en: <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-arroz-crecio>
- INEI. 2014. Día mundial de la población. <https://www.inei.gob.pe/>
- JACKSON, MG. 1977. La paja de arroz como alimento para el Ganado. Revista Mundial de Zootecnia, FAO. Roma. 23: 25-32.
- JAYASURIVA, M. and H. PERERA. 1982. Urea-amonia treatment of rice Straw to improve its nutritive value for ruminants. Agric. Wastes, 4:143-150.
- JOBIM, C., L. NUSSIO, R. y P. SCHMIDT. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. Revista Brasileira de Zootecnia, 36, suplemento especial. 101-119 p.
- JONSSON A. 1989. The role of yeast and clostridia on silage deterioration. Ph.D. Diss. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 96 pp.

- KLOPFENSTEIN, T. 1978. Chemical Treatment of Crop Residues. J. Anim. Sci. 46(3): 841-848.
- KUMAR R. y C. WAYMAN. 2009. Cellulase adsorption and relationship to features of corn stover solids produced by leading pretreatments. Biotech Bioeng;103:252-267.
- LAVEZZO, W.1993. Ensilagem do capim elefante. In: A.M Peixoto et al. (eds) Anais do 10º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, Brasil.
<http://www.fao.org/docrep>
- LEÓN, J. 2015. Producción nacional creció 55.8% durante el periodo 2004-2014. Agraria.pe: Agencia agraria de noticias. <http://agraria.pe/noticias/produccion-nacional>
- LITTLE, DA. 1984. The dietary mineral requirements of ruminants; implications for the utilization of tropical fibrous agricultural residues. Fib. Agr. Res. New. 4(2).
- LLATAS, L. 2018. Cualidades y composición química de silaje de avena forrajera (*avena sativa*) con urea y melaza, Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 58 pp.
- LOBO, M. y O. DÍAZ. 2001. Agrostología. 1ª Ed. San José, Costa Rica. EUNED. 176 p
- LÓPEZ, F. I. 2010. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en el concentrado suministrado a vacas lecheras, alimentadas con broza y turión de espárrago. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.
- MACEDO, R. 2000. Análisis del sistema de alimentación pecuario rastrojo de maíz alimenticio pecuario (*Zea mays* L.) – pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* P.) en la zona norte del estado de Colima.Universidad de Colima, Colombia: tesis doctoral
- MANNETJE, L.2001. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. En memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s00.htm>.

- MERRY, R. et al. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. En: Proceedings of the 8th International Symposium on Forage Conservation. Czech Republic: Research Institute of Animal Nutrition. Pag. 17-27.
- MINAG. 2012. El arroz, principales aspectos de la cadena agro productiva. <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/pdf>
- MONROY, O, y G. VINIEGRA. 2013. biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos; edit. ACT. S.A. Edic: México; pág.: 123, 125.
- MORENO, A. 1977. Evaluación de ensilajes de pasto Panama (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis Mag. Sc. CATIE, Costa Rica. 98 pag.
- MORRISON, FB. 1980. Alimentación del Ganado. Zaragoza, ES. Acribia.
- MOURA, A., E. MAURO, D. FERREIRA & O. GOMES. 2007. Efeito de níveis de uréia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. Ciencias Agrarias, 28(2), 333–340.
- MÜHLBACH, P. 2001. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Federal de Rio Grande del Sur. Porto Alegre, Brasil. <http://www.fao.Org>
- NAVARRO, A. 1993. Notas sobre el cacahuete y la avellana en Andalucía. Estudios de Lingüística. Universidad de Alicante.
- ODEPA. 2015. <http://www.odepa.cl/cultivos-anuales-superficie-produccion-y-rendimientos>
- OJEDA, F. 1993. Conservantes Químicos en la preservación de ensilajes tropicales. Pastos y Forrajes. 16:193-200.
- PADRÓN, E. 2009. Diseños Experimentales, con aplicación a la agricultura y ganadería, Editorial Trillas, 2da. Edición, Médico, D.F. 224 pp.

- PIETROSEMOLI, S., VENTURA, M. DEL VILLAR, A Y CLAVERO, T. 1995. Edad de corte y uso de melaza en silaje de *Digitaria xumfolossi*, Hall. 2. Digestibilidad, consumo y balance de nitrógeno. Memorias XIV Reunión ALPA. 245-246.
- PINOS, R., J. GONZÁLEZ, G. MENDOZA, G. MARTÍNEZ, B. BÁRCENA, R. GAMA y M. COBOS. 2002. Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad in vitro de la pared celular de heno de alfalfa (*Medicago sativa*) o de bacillo (*Lolium perenne*). Interciencia. vol. 27 (1): 28- 32.
- QUINTANS, G. y R. GOMEZ. 2006. Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis forrajera. 2006. INIA, Uruguay. 40 pp.
- REARDON, W. 1980. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. J. Dairy Sci. 50:404-416. Ruiz, A. 1976. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. Tesis Mag. Sc. CATIE, Costa Rica. 86 pag.
- REYES, N., B. MENDIETA, T. FARIÑAS, M. MENA, J. CARDONA y D. PEZO. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Managua, Nicaragua. Serie técnica, Manual técnico No. 9. 100 pp.
- RODRÍGUEZ, D. P. 2017. Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz (*oryza sativa* L.) desarrolladas mediante aplicación de rayos gamma en condiciones del Valle de Jequetepeque, Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 67 pp.
- SAADULLAH, M. 1985. Supplementing ammoniated rice straw for native cattle in Bangladesh, School of Agriculture and Forestry; University of Melbourne, Australia. Vol. 5, No. 1.
- SALDAÑA, S. 2018. Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza, Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- SÁNCHEZ, A., C. ORTEGA, M. MENDOZA, V. MONTAÑEZ y D. BUNTINX. 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina. Interciencia, 37(5), 395-399.

- SÁNCHEZ, A., E. TORRES, K. ESTUPIÑAN, J. VARGAS, J. SÁNCHEZ y N. SÁNCHEZ. 2014. Valoración nutritiva del rastrojo de *Zea mays* y *Oryza sativa* para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología Volumen 4 N°3- (Pag 235-249).
- SANTANA, D. 2004. Enzimas fibrolíticas e emurhecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão 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.
- SANTOS M., A. GOMEZ, M. PEREZ, J. PEREA, G. FERNANDEZ, A. GARCIA y R. FERREIRA. 2009. Composição química de silagens obtidas em microsilos encobertos por plástico confeccionados com diferentes produtos- Resultados preliminares. XVIII Congreso de Zootecnia, UTAD- Vila Real Portugal, p. 462-465.
- SCHIERE, J. B. 1985. Supplementation of urea ammonia treated rice straw. School of Agriculture and forestry. University of Melbourne, Australia; vol. 5 No. 2
- SCHOONHOVEN, A., F. HOLMANN, P. ARGEL, E. PÉREZ, J. ORDOÑEZ & J. CHAVES. 2005. Costos y beneficios de suministrar heno y ensilaje durante la época seca en Honduras y Costa Rica.
- SOUZA, O. y I. DE SANTOS. S.f. Aprovechamiento de los residuos agropecuarios tratados con urea en la alimentación animal, EMBRAPA, www.produccion-animal.com.ar
- STRASBURGER, E. 1986. Botánica. Séptima edición española. Editorial Martin S.A. Barcelona, España. 1098 p.
- TONISSI, H., B. GOES, E. SAYURI, E. OLIVEIRA, K. SILVA, R. PATUSSI & C. DAMBROS. 2013. Acta Scientiarum Chemical changes in sunflower silage associated with different additives. Acta Scientiarum, 35, 29–35.

- REYES, N., B. MENDIETA, T. FARIÑAS, M. MENA, J. CARDONA y D. PEZO. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino, Serie técnica. Manual técnico / CATIE; N° 91
- TORTORA, G., B. FUNKE y C. CASE. 1993. Introducción a la Microbiología. Editorial Acribia. S. A. Tercera edición. 792 pp.
- VAQUERO, B. s.f. Cuando y como se puede utilizar la paja de cereales en la alimentación de las vacas?. Frisona Española N° 140. España. 3 pp
- VENTURA, M. 1980. La conservación de forrajes en el trópico. En simposium sobre técnicas modernas en producción animal en el trópico. Expica-80. Tegucigalpa, Honduras, 12 al 14 de Mayo.
- VIEIRA DA CUNHA M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutorando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.
- WERNLY, C. y HARGREAVES, F. 1988. Conservación de forrajes. in: Ruiz,I.(ED).praderas para Chile. Instituto de investigación agropecuaria (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 635-679. Pp.
- WERNLI, C. 1975. El valor nutritivo de los forrajes ensilados. I. Consumo Voluntario. Agricultura Técnica. 35(1): 47-60.
- WILKINSON, J. 1983. Silages made from tropical and temperate crops. Y. The ensiling process and its influence on feed value. World Anim. Review. 45: 36-42.
- WONG, C. 2001. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. En Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT.
- WOOLFORD M. 1990. The detrimental effect of air on silage. J. Appl. Bact. 68:101-116.
- YESCAS, Y. G. BÁRCENA, M. MENDOZA, M. GONZÁLEZ y P. COBOS, P. M. 2004. Digestibilidad in situ de dietas de rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. Agrociencia, 38(1), 23-31.

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para contenido de materia seca según tratamientos

| F. VARIACION | S. CUADRADOS | G.L. | C.M. | F.C | SIG. |
|---------------------|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Tratamientos | 613.9779 | 8 | 76.75 | < 1 | N S |
| M (Melaza) | 65.5822 | 2 | 32.79 | < 1 | N S |
| U (Urea) | 219.2217 | 2 | 109.61 | <1 | N S |
| MU | 329.1740 | 4 | 82.29 | <1 | N S |
| Error Experimental | 2106.9386 | 18 | 117.05 | | |
| TOTAL | 2720.9386 | 26 | | | |

C.V. = 19.77%

Cuadro 2A. Análisis de varianza para pH, según tratamientos

| F. VARIACION | S. CUADRADOS | G.L. | C.M. | F.C | SIG. |
|---------------------|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Tratamientos | 27.7635 | 8 | 3.47 | 1.71 | N S |
| M (Melaza) | 0.7748 | 2 | 0.39 | <1 | N S |
| U (Urea) | 25.7585 | 2 | 12.88 | 6.54 | * |
| MU | 1.2302 | 4 | 0.31 | < 1 | N S |
| Error Experimental | 35.4341 | 18 | 1.97 | | |
| TOTAL | 63.1976 | 26 | | | |

C.V. = 34.91%

PRUEBA DE DUNCAN PARA UREA:

2.69^a 4.38^b 4.99^b

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **Ing. Lozano Alva, Enrique Gilberto M.Sc.** Docente/Asesor de tesis/Revisor del trabajo de investigación de la estudiante: **Siesquén Guerrero, Karen Estefany Yessenia** titulada:

Análisis sensorial y químico de la paja de arroz ensilada con melaza y urea , luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de **19 %** verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

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

Lambayeque, 14 de junio de 2023



Ing. Lozano Alva, Enrique Gilberto M.Sc.

Asesor

DNI: 17629464

Anexo de la resolución N° 659 – 2020-R

Página 30



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Karla Estefany Siesquén Guerrero
Assignment title: TESIS. Paja de arroz ensilada
Submission title: TESIS. Paja de arroz ensilada
File name: SIESQUEN_GUERRERO_KARLA_PAJA_DE_ARROZ_TRATADA.do...
File size: 199.05K
Page count: 48
Word count: 11,302
Character count: 59,317
Submission date: 25-Jun-2021 12:15AM (UTC-0500)
Submission ID: 1611892864



Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva M.Sc.

Asesor

TESIS. Paja de arroz ensilada

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.avpa.ula.ve

Fuente de Internet

2%

2

www.creativecommons.org

Fuente de Internet

1%

3

revistas.proeditio.com

Fuente de Internet

1%

4

revistaespirales.com

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz
Gallo

Trabajo del estudiante

1%

6

bibliotecadigital.udea.edu.co

Fuente de Internet

1%

7

2ttp344999.redalyc.org

Fuente de Internet

1%

8

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

1%

9

www.planagropecuario.org.uy

Fuente de Internet

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva M.Sc.

Asesor

| | | |
|----|--|------|
| 10 | paperity.org Fuente de Internet | 1 % |
| 11 | www.produccionbovina.com.ar Fuente de Internet | 1 % |
| 12 | www.alimentoshoy.acta.org.co Fuente de Internet | 1 % |
| 13 | www.itzonamaya.edu.mx Fuente de Internet | 1 % |
| 14 | panoramaruralahora.blogspot.com Fuente de Internet | 1 % |
| 15 | www.fao.org Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | ri.uaemex.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | conservacion.cimmyt.org Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | nanutricionanimal.blogspot.com Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | documentop.com Fuente de Internet | <1 % |
| 20 | revistas.unilibre.edu.co Fuente de Internet | <1 % |

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva M.Sc.

Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 015- 2021/FIZ

Siendo las 8:30 am. del día miércoles 8 de setiembre de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 130-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 27 de agosto de 2021, que autoriza la sustentación virtual del trabajo de tesis "ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA PAJA DE ARROZ ENSILADA CON MELAZA Y UREA", a cargo de la Bachiller **KAREN ESTEFANY YESENIA SIESQUEN GUERRERO**, se reunieron vía plataforma virtual: meet.google.com/xvu-ypra-rzk los miembros de jurado designados por Resolución N° 070-2019-CF/FIZ, de fecha 12 de julio de 2019: Ing. Segundo Filiberto Bernal Rubio (Presidente), Ing. Alejandro Flores Paiva (Secretario), Ing. Benito Bautista Espinoza (Vocal) e Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. (Patrocinador) para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de Tesis antes citado, asimismo, se incorporó al Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr., por cese del Ing. Segundo Filiberto Bernal Rubio, según Resolución N° 018-2020-CF/FIZ, de fecha 17 de agosto de 2020. El proyecto fue aprobado con Resolución N° 054-2020-FIZ/D, de fecha 21 de febrero de 2020.

Concluida la sustentación de la tesis por parte de la sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual meet.google.com/jvn-tzob-uer para deliberar y calificar la sustentación del Trabajo de tesis: "ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA PAJA DE ARROZ ENSILADA CON MELAZA Y UREA", a cargo de la Bachiller **KAREN ESTEFANY YESENIA SIESQUEN GUERRERO**; habiendo acordado **APROBAR** la tesis con la nota en escala vigesimal de **18** equivalente al calificativo de **MUY BUENO** recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, la Bachiller en Ingeniería Zootecnia, **KAREN ESTEFANY YESENIA SIESQUEN GUERRERO** se encuentra **APTA** para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

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

Ing. Alejandro Flores Paiva.
Presidente

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Secretario

Ing. Benito Bautista Espinoza, M.Sc.
Vocal

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, MSc.
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

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

Lambayeque, 11 de Setiembre del 2023

Ing. Alejandro Flores Paiva

FEDATARIO

ANEXO 01

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. docente Asesor de tesis del **trabajo de investigación de la Bachiller Karen Estefany Yesenia Siesquen Guerrero**, titulada: **“ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA PAJA DE ARROZ ENSILADA CON MELASA Y UREA”**, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 19 %, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

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

Lambayeque, noviembre de 2022



Ing. ENRIQUE GILBERTO LOZANO ALVA, M.Sc.

DNI N° 16497176
Asesor