



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
LAMBAYEQUE – PERÚ

---



*“Utilización de residuos orgánicos de naranjas en la preparación de ensilaje para alimentación animal”*

**TESIS**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

**Medica veterinaria**

Presentado por

**Bach. M.V. Daniela Alexandra Gonzales Peralta**

Lambayeque – Perú

2020

***“Utilización de residuos orgánicos de naranjas en la  
preparación de ensilaje para alimentación animal”***

Tesis presentada para optar el título profesional de:

**Médica veterinaria**

Por

**M.V. Bach. Daniela Alexandra Gonzales Peralta**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

MSc. M.V César Augusto Piscoya Vargas

Presidente

---

MSc. M.V Margarita Hormecinda Torres Malca

Secretario

---

MSc. Allan Joel Arriola Vega

Vocal

---

MSc. M.V Lumber Ely Gonzales Zamora

Asesor

## **Dedicatoria**

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y poder estar conmigo en cada paso que doy, darme fortaleza e iluminar mi mente para ver lograr uno de mis sueños y darme todo el soporte para continuar cada día.

A mi hija Alyn Sereia

Que es mi gran motivo a seguir superándome para darle un gran futuro, para mostrarle que en la vida las cosas buenas cuestan trabajo, pero al final será recompensado.

A mi madre Maribel y hermana Cinthya

por haberme apoyado en cada momento, por sus consejos, valores, la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre, mostrándome que puedo superar más de lo que pienso, pero más que nada, por su gran amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi camino, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y brindarme una vida llena de amor y por brindarme la dicha de ser madre de una hermosa niña ALYN que es muy motivo de seguir superándome.

Le doy gracias a mi madre Maribel y a mi hermana Cinthya por todo el apoyo constante que me brindaron a lo largo de la vida darme el apoyo para estudiar esta carrera que tanto ansiaba y por ser un ejemplo de vida para mí.

Agradezco de manera especial al M.V. MSc. Gonzales Zamora Lumber, asesor de mi tesis, por su apoyo brindado a lo largo del desarrollo de esta tesis, por su tiempo, amistad y por su conocimiento trasmitido.

Agradecer también a todos los profesores que durante toda mi carrera profesional me brindaron conocimiento y aportaron a mi formación

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de nutrición de la facultad ingeniera zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en Av. Juan XXIII 391, departamento de Lambaquee; se evaluó el efecto de varios niveles de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz, para el cual se tuvieron 4 tratamientos: el T1 con 10 % de naranjas y 90 % de paja de arroz, T2 con 20 % de naranjas y 80 % de paja de arroz, T3 con 30 % de naranjas y 70 % de paja de arroz y T4 con 40% de naranjas y 60% de paja de arroz.

Al término de un mes de estar ensilado se abrieron las bolsas del ensilaje y fueron evaluados en el laboratorio de nutrición para determinar: materia seca, proteína, nitrógeno, fibra, grasa y cenizas, mediante diferentes procesos.

Los resultados finales de **MS%** fueron: 87.68, 78.20, 64.87 y 56.06; **PC:** 4.52, 4.84, 4.97y 4.86; **N%:** 0.72, 0.77, 0.8 y 0.79; **FB:** 40.80, 40.03, 39.19 y 38.10; **EE:** 1.83, 1.94, 2.12 y 2.2 para los tratamientos T1, T2, T3 Y T4, encontrándose una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ); **CEN:** 14.41, 13.63, 13.89 y 13.78 para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, siendo este el único no significado. En cuanto a las características organolépticas, la inclusión de niveles crecientes de naranja produce un olor fresco, suave y agradable hasta el 30% niveles más altos tienen un olor ácido. En cuanto a color hasta el 30 % tiene color amarillo y verde claro, niveles más altos toman un color marrón. Sobre la textura hasta el 30 % mantienen su textura inicial, niveles más altos toman una consistencia muy suave debido a la presencia de mayor humedad.

Teniendo en cuenta los resultados determinamos que el óptimo es el T3 que corresponde al 30% de inclusión de naranja, ya que a partir de T3 ya no aumenta la proteína.

**PALABRA CLAVE :** Ensilaje de naranjas con paja de arroz, calidad nutricional.

## **ABSTRACT**

This research work was carried out in the nutrition laboratory of the zootechnical engineering faculty of the Pedro Ruiz Gallo National University, located at Av. Juan XXIII 391, department of Lambayeque; the effect of several levels of inclusion of oranges on the final quality of silage with rice straw was evaluated, for which 4 treatments were carried out: T1 with 10% oranges and 90% rice straw, T2 with 20% of oranges and 80% rice straw, T3 with 30% oranges and 70% rice straw and T4 with 40% oranges and 60% rice straw.

At the end of one month of being silage, the silage bags were opened and evaluated in the nutrition laboratory to determine: dry matter, protein, nitrogen, fiber, fat and ashes, through different processes.

The final results of MS% were: 87.68, 78.20, 64.87 and 56.06; PC: 4.52, 4.84, 4.97 and 4.86; N%: 0.72, 0.77, 0.8 and 0.79; FB: 40.80, 40.03, 39.19 and 38.10; EE: 1.83, 1.94, 2.12 and 2.2 for treatments T1, T2, T3 and T4, finding a highly significant difference ( $p < 0.01$ ); CEN: 14.41, 13.63, 13.89 and 13.78 for treatments T1, T2, T3 and T4, this being the only non-meaning.

Taking into account the results we determine that the optimum is T3 that corresponds to the 30% inclusion of orange, since from T3 the protein no longer increases.

**KEY WORD:** Silage of oranges with rice straw, nutritional quality

## INDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
I. OBJETIVOS .....	3
II. MARCO TEORICO.....	4
2.2 ANTECEDENTES .....	4
2.2 TIPOS DE SILOS .....	7
2.3 FASES DEL ENSILAJE.....	11
2.4 DEGRADACIÓN DE PROTEÍNAS.....	13
2.5 POLISACÁRIDOS.....	14
2.6 MICROFLORA DEL ENSILAJE .....	15
2.7 PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE.....	20
2.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE.....	23
2.9 NARANJA (CITRUS SINENSIS) .....	24
2.9.1 TAXONOMÍA.....	25
2.9.2 COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LA PAJA DE ARROZ.....	27
III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
3.1 DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	29
3.2 POBLACIÓN, MUESTRA.....	29
3.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y MATERIALES.....	30
3.3.1 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA PARCIAL.....	30

3.3.2 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL.....	32
3.3.3 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA CRUDA.....	34
3.3.4 DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO O GRASA.....	37
3.3.5 DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA.....	39
3.3.6 DETERMINACIÓN DE CENIZA.....	41
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
V. CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
VIII. ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE.....	21
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE UN ENSILAJE.....	24
TABLA 3: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE CITRUS SINESIS.....	25
TABLA 4: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS NARANJAS POR 100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE.....	26
TABLA 5: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAJA DE ARROZ.....	28
TABLA 6: ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.....	43
TABLA 7: PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE NUTRIENTES DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ.....	44
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ.....	52
TABLA 9: VALORACION DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ.....	53

## ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: NIVEL DE MATERIA SECA (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	45
GRAFICO 2: NIVEL DE NITRÓGENO (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	46
GRAFICO 3: NIVEL DE PROTEÍNA (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	47
GRAFICO 4: FIBRA CRUTA (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	48
GRAFICO 5: NIVEL DE GRASA (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	50
GRAFICO 6: NIVEL DE CENIZA (%) EN ENSILAJE DE PAJA DE ARROZ CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA.....	51

## INDICE DE ANEXOS

TABLA 10: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJA SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE MATERIA SECA.....	60
TABLA 11: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE MATERIA SECA.....	60
TABLA 12: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE NITRÓGENO.....	60
TABLA 13: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE NITRÓGENO.....	61
TABLA 14: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE PROTEÍNA.....	61
TABLA 15: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE PROTEÍNA.....	61
TABLA 16: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE FIBRA BRUTA.....	62
TABLA 17: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE FIBRA BRUTA.....	62

TABLA 18: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE CENIZA.....	62
TABLA 19: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE CENIZA.....	63
TABLA 20: NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE GRASA.....	63
TABLA 21: PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NIVEL DE INCLUSIÓN DE NARANJAS SOBRE LA CALIDAD FINAL DEL ENSILAJE CON PAJA DE ARROZ RESPECTO A LOS TRATAMIENTOS DE GRASA.....	63

## **I.INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas que afronta el Complejo de Mercados y Centros de Servicios Moshoqueque ubicado en el distrito de José Leonardo Ortiz, es el deficiente manejo de residuos sólidos orgánicos (frutas, verduras, hortalizas, etc.) por parte de los comerciantes y municipio. La gran mayoría de estos residuos son arrojados a la vía pública, lo cual se ha convertido en una gran contaminación de suelo y aire para la población.

En la región de Lambayeque existe gran abundancia de producción de arroz, lo cual genera subproductos, como paja de arroz que no se utiliza eficientemente y muchas veces en el caso de la paja de arroz es quemado como labor de limpieza de los campos de cultivo, contaminando el ambiente.

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje su objetivo es mejorar y conservar el valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento, que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas.

La aplicación de la técnica del ensilaje para conservar y mejorar la calidad de los forrajes es casi nula en la región de Lambayeque.

Una alternativa para solucionar varias cosas a la vez es utilizar la paja de arroz para que no se queme, las naranjas que no contaminen y transformarlo en alimento para ganado, a través de la fermentación anaerobia.

La solución es preparar el ensilaje con esto se mejora también la calidad nutricional de la paja. Con estos antecedentes, se realizó el presente trabajo con el objeto de evaluar el efecto de varios niveles de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz. En el estudio nos orientamos a resolver la siguiente interrogante **¿Las características nutricionales y bromatológicas que presenta el ensilaje de naranjas con paja de arroz son adecuadas para la alimentación de rumiantes?** Se buscó los siguientes objetivos:

## **Objetivo General**

Evaluar el efecto de varios niveles de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz.

## **Objetivos Específicos**

1. Analizar la calidad nutricional del ensilaje naranja con paja de arroz.
2. Determinar la calidad bromatológica del ensilaje de naranjas con paja de arroz.
3. Determinar el nivel óptimo de inclusión de naranja en el ensilaje de naranjas con paja de arroz.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

**Vásquez, José. (2001).** Realizo un ensilaje de pulpa de naranja en el engorde de corderos. Uno de sus objetivos fue estudiar el efecto de la adición de dos niveles de heno y de melaza sobre la calidad del ensilaje.

Se realizaron los siguientes tratamientos: pulpa de naranja sola, pulpa de naranja + 4% de melaza, pulpa de naranja + 5% de heno, pulpa de naranja + 10% de heno, pulpa de naranja + 4% de melaza + 5% de heno y pulpa de naranja + 4% de melaza + 10% de heno. Posteriormente los silos se abrieron a los 120 días y se determinó la materia seca, pH, digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) y proteína cruda (PC). La adición de melaza no aumentó el contenido de PC del ensilaje, pero a medida que aumentó el contenido de heno la PC disminuyó a menos de 7% ( $P < 0.05$ ), lo que demuestra que no es recomendable ya que no llena los requerimientos de mantenimiento del animal. La adición de melaza y heno no generaron efecto sobre el pH ( $P < 0.05$ ), y se mantuvo en un rango de 3.5-4. El contenido de materia seca aumentó hasta 27%. ( $P < 0.05$ ) con la adición de heno y melaza. La DIVMO disminuyó de 80 hasta 62%, y fue significativo ( $P < 0.05$ ) con la adición del heno. Se comprueba que la mejor forma de ensilar la pulpa de naranja es por sí sola, ya que al adicionar heno o melaza pierde valor nutricional.

El segundo objetivo fue estudiar la adición de torta de soya y urea como fuentes de proteína en el engorde de corderos. Los tratamientos fueron: ensilaje con soya y ensilaje con soya + urea. Este estudio tuvo una duración de 73 días. Las ganancias diarias de peso fueron de 151 g/día y 161 g/día para el suplemento con soya y el suplemento con soya + urea, respectivamente.

**Alaníz, óscar. (2008),** la industria cervecera en Perú produce más de 800 mil toneladas de malta, residuo que se emplea en la alimentación animal y debe ser consumido antes de 15 días de producido por ser de rápida descomposición después de este tiempo se transforma en un residuo peligroso para la salud. Con la finalidad de que se dé mayor

tiempo de conservación se somete a este residuo al proceso de fermentación anaeróbica. Para ello se establecieron cinco tratamientos por duplicado (100% forraje de maíz 100% malta, 10, 20,30%) y se evaluaron durante 60 días de ensilado.

Las variables medidas fueron la pérdida de materia seca, potencial de hidrogeno, nitrógeno amoniacal, proteína cruda y verdadera, lignina, celulosa, cenizas, soluble detergente de ácido.

**Bermúdez-Loaiza (2015)**, evaluó la inclusión de ensilaje de frutos enteros de naranja en 26 hembras bovinas F1 (Cebú x Holstein) con promedio de 8 años de edad, 508kg de peso vivo, cinco partos y 184 días de lactancia, durante un período experimental de 28 días (7 de adaptación y 21 de muestreo), distribuidos en dos grupos de manera aleatoria: el grupo H0 control (n=13) sometido a la alimentación convencional de la granja y el grupo H1 (n=13) al cual se le remplazo el 30% del concentrado comercial por la misma cantidad en MS de ensilaje de naranja (35kg). Se evaluaron cambios en producción, porcentaje de sólidos totales, proteína bruta, grasa total, pH, acidez de la leche y pH ruminal. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (modelo ANOVA tipo III) en el paquete estadístico R®, dando lugar a comparaciones múltiples de cuadrados mínimos medios para lo cual se utilizó el test de Tukey-Kramer. Los resultados muestran que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la producción de leche ( $P<0,001$ ), reflejando disminución del 20,5% con un promedio y error estándar del promedio (PE) de  $7,838\pm 0,339L$  para el grupo H0 y de  $6,229\pm 0,342L$  para el grupo H1. Los sólidos totales difirieron significativamente entre tratamientos ( $P<0,0180$ ) con un PE de  $11,011\pm 0,361$  y de  $12,266\pm 0,361$  para el grupo H0 y H1 respectivamente, consiguiendo una corrección del 11,4%. Se observaron cambios significativos entre tratamientos ( $P<0,0189$ ) y altamente significativos entre momentos ( $P<0,0001$ ) para el pH de la leche. Asimismo, se evidenció variabilidad altamente significativa entre momentos para la proteína bruta ( $P<0,0180$ ) y acidez de la leche ( $P<0,0004$ ). A pesar de las variaciones encontradas, los resultados de este estudio

indican que el ensilaje de naranjas enteras es una alternativa viable para la alimentación de bovinos y el desempeño de los animales.

**Volanis, M (2006)**, Se han utilizado residuos de naranja (cáscaras) en alimentación no convencional para rumiantes, a través de conservación mediante ensilaje, método de fermentación de materiales celulósicos, que convierte los carbohidratos solubles, en ácidos orgánicos y agua, permitiendo conservar el producto; pero no se han reportado ensayos de ensilaje de frutos enteros de naranja, de manera que se pueda conservar el valor nutritivo del jugo y que no se genere el impacto negativo debido a los efluentes. En el presente estudio se ensiló una tonelada de naranja entera en canecas plásticas y se determinó pH, humedad, materia seca, nitrógeno total, grasa total, fibra bruta, cenizas totales, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, cobre, manganeso, zinc y energía bruta, a los 22, 29 y 45 días de ensilado, analizando las variables de calidad composicional a través del tiempo, se concluyó que es factible ensilar frutos enteros de naranja, para la alimentación de rumiantes sin ofrecer efectos negativos de lixiviación (pérdidas de nutrientes) y resaltando su aporte energético.

## 2.2 BASE TEÓRICA

**Rodríguez-Carrasquel (1983)**, sostiene que el ensilaje consiste en almacenar en recipientes llamados silos la producción forrajera sobrante, o bien conservar aquella producción sembrada con fines de ser suministrado en época de escasez del producto. Mientras que el ensilado viene a ser el producto de este proceso.

**Oude et al., (2001)**, menciona que el ensilaje es una técnica de preservación de forraje su objetivo es la conservación del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento, que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

En las ganaderías modernas los forrajes son segados en la fase donde el rendimiento y el valor nutritivo están al máximo y se ensilan para asegurar un suministro continuo de alimento durante el año.

### 2.2 TIPOS DE SILOS

**Herrera et al (2007)**, menciona que, hay varias técnicas por las que se pueden lograr condiciones anaeróbicas, pero todas ellas involucran depositar el cultivo en un silo hermético. Existe una gran diversidad de silos: permanentes o temporales, verticales u horizontales. Se puede hacer uso de una gran variedad de recipientes, incluyendo tambores de metal o plástico; tubos de concreto de 2 m diámetro y 2 m de altura; o bolsas plásticas para empaque comercial de un espesor de 2 mm, como las usadas para envasar fertilizantes.

El ensilado debe ser siempre empacado en forma compacta y mantenido bajo condiciones anaeróbicas. Al usar bolsas se debe sellar la boca, atándola para mayor seguridad; apilar las bolsas en forma piramidal sobre, una plataforma y

protegerlas con una cubierta.

Se recomienda que para sitios de silos permanentes su base sea dura e impenetrable.

### **2.2.1 SILOS VERTICALES**

Pueden hacerse de concreto, zinc, madera, metal o plástico. Deben tener forma cilíndrica para facilitar la compactación.

Los silos verticales son ideales para asegurar una buena compactación, debido a la gran presión que se va acumulando en su interior a medida que se va agregando forraje y aumenta la altura del ensilado. Esto protege al ensilaje de quedar expuesto al aire durante el proceso de ensilado y la explotación del silo. Debe asegurarse que el forraje a ensilar en esta forma tenga por lo menos 30 % de materia seca (MS), para evitar que ocurra un escurrimiento de efluente y al mismo tiempo para aprovechar al máximo la capacidad del silo vertical (Herrera *op. cit.*).

### **2.2.2. SILOS PARVA**

Son silos que no requieren una construcción permanente. Pero, también es el tipo de silo con mayor riesgo para que ocurran daños en el material de cobertura que protege al ensilaje y que es indispensable para mantener el ambiente anaeróbico.

### **2.2.3. SILOS HORIZONTALES**

Este es el tipo de silo más usado en la práctica y pueden tener forma de trinchera sobre o bajo tierra. Los silos trinchera (cajón) sobre la tierra tienen paredes laterales de concreto o de madera. El silo horizontal está muy difundido porque en sus diversas formas se puede adaptar una modalidad que coincida con las condiciones específicas de la finca. Sin embargo, comparado con el silo vertical, es más difícil asegurar un sellado hermético (Herrera *op. cit.*).

#### **2.2.4. SILOS TRINCHERA**

**Bentancourt y Caraballo, 2005**, Estos silos, en su variedad de zanja, son una excavación en el suelo con un plano inclinado en la entrada del silo para facilitar el acceso durante el ensilado y su explotación. Cuando su tamaño es pequeño, con una capacidad menor a 2 m<sup>3</sup>, su forma puede ser un paralelepípedo, usualmente con base rectangular. La desventaja importante del silo zanja son la necesidad de recubrir sus paredes para evitar el contacto con la tierra y tomar precauciones para asegurar que no penetre agua dentro del silo.

#### **2.2.5. SILOS CON PAREDES**

Los modelos más comunes tienen dos, tres o cuatro paredes. En el caso de silos con cuatro paredes una de ellas debe ser móvil. En su versión ideal, el silo se cubre con una cubierta de polietileno y se protege con un techo. El método más práctico y económico es construir dos paredes paralelas, apoyadas en un extremo en ángulo recto sobre una pared ya existente.

En general, los silos con paredes son menos exigentes respecto al contenido en MS del forraje, puesto que se pueden incorporar sistemas de drenaje para el efluente, junto con un plano inclinado en el fondo del silo.

Una técnica alternativa, la cual ha ido ganando popularidad en los últimos años es la preservación de silos en grandes bolsas, las cuales son selladas y almacenadas por el periodo de fermentación. Esta técnica tiene la ventaja de disminuir la pérdida en la superficie y disminuye la producción de efluentes, pero el sellado es imperfecto y la pérdida por la presencia de aire puede ser mayor al ocurrir rupturas de la bolsa durante el manejo.

### **2.2.6. SILO DE BOLSA PLÁSTICA.**

Esta técnica se ha desarrollado desde hace varias décadas. **Romagoza (1970)** menciona que los primeros ensayos se realizaron en el año 1964, pero no fueron eficientes pues emplearon bolsas de polietileno y polivinilo, se ensayaron varios tipos de sacos, pero fueron muy pocos los que conservaron un buen ensilaje. Se hicieron pruebas introduciendo un saco dentro de otro, aumentando el grosor, buscando la impermeabilidad se trabajó con plástico grueso obteniendo muy buenos resultados haciendo que desde 1966 se empee esta técnica.

Para **Giraldo et al (2014)**, el ensilaje en bolsas plásticas es una excelente alternativa por su fácil elaboración, bajos costos y requiere de poca infraestructura. Puede realizarse con cualquier tipo de forraje. Para estos autores, el paso más crítico e importante es el embolsado, se necesita que la bolsa quede herméticamente sellada y con la mínima cantidad de aire dentro de ella. Para garantizar un sello hermético, recomiendan bolsas plásticas de calibre No.3, que es un plástico grueso, buscando que no se rompa, ni permita la entrada de humedad del aire en forma de vapor. Una vez llena y compactada, se cierra y se amarra fuertemente la parte superior, se dobla el moño hacia abajo para hacer un nuevo amarre, lo que garantiza el cierre hermético.

Según **Franco et al (2007)** actualmente se utilizan bolsas plásticas opacas o negras de calibre 6-8 y de 30-40 Kg. de capacidad, y se acostumbra utilizar un costal de fique o polipropileno que cubra la bolsa. Menciona que el almacenamiento de las bolsas debe hacerse en un lugar protegido de animales especialmente de roedores, que son los responsables de la pérdida el ensilaje. Es ideal para pequeñas cantidades de forrajes de alta calidad; la inversión inicial es baja, y su producción es más barata que la del ensilaje convencional, no se requiere de maquinaria.

### **2.3. FASES ENSILAJE**

Stefanie et al (2001) y Garcés Molina et al (2004), Señalan que el proceso del

ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

**2.3.1 FASE AERÓBICA.** En esta fase que dura sólo pocas horas, el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

**2.3.2 FASE DE FERMENTACIÓN.** Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

**2.3.3 FASE ESTABLE.** Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo. Más adelante se discutirá la actividad de *L. buchneri*.

**2.3.4 FASE DE DETERIORO AERÓBICO.** Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas.

La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos.

La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos - también facultativos- como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses.

**Machin (2001)**, precisa que bajo ciertas condiciones el proceso de ensilaje de productos de desecho puede ser un procedimiento simple y económico para que los pequeños productores puedan procesar y conservar una amplia gama de productos adecuados para ser usados en la alimentación animal. Es preciso recordar que en muchas ocasiones no estarán presentes todos los elementos necesarios para asegurar un buen ensilaje, y que el uso del ensilaje se recomienda solo cuando se dispone del equilibrio entre los componentes de un buen ensilaje y de los debidos conocimientos para ejecutar el mismo. Se debe señalar que probablemente el máximo beneficio de esta técnica se logrará si el ensilaje se realiza sólo con una buena fermentación natural, sin recurso a inoculantes.

**Lane (2001)**, ensayó el uso de bolsas plásticas para la preparación de ensilaje en Pakistán y Nepal obteniendo muy buenos resultados en la producción de leche de búfalos.

## **2.4. DEGRADACIÓN DE LAS PROTEÍNAS**

Herrera (*op. cit.*), señala que las enzimas vegetales proteolíticas pueden disminuir el valor alimenticio de los cultivos forrajeros por la degradación (hidrólisis) de las proteínas y efectivamente incrementan el pool del nitrógeno no proteico (NNP), de amonio, nitratos, nitritos, aminoácidos libres, amidas y péptidos. La reducción a amonio y aminas es causada principalmente por la actividad microbiana. Más del 50% de la proteína vegetal total puede ser degradada por esta vía. En ensilajes húmedos (con una humedad mayor del 70%), los clostridios pueden también contribuir significativamente a la degradación de proteínas y se obtendría como resultado fuertes pérdidas de energía y ATP, que podrían haber estado disponible para las bacterias ruminales.

Un ensilaje de buena calidad tiene un nivel bajo en nitrógeno amoniacal y niveles altos de aminoácidos y péptidos. Muchas investigaciones han mostrado que ciertos inoculantes de ensilajes tienden a reducir la degradación proteica a amonia y conservan el pool de péptido y aminoácidos. Incrementa el pool de péptidos puede ayudar a estimular el crecimiento de bacterias degradadoras de almidón en el rúmen.

Ensilajes de alta humedad (los cuales fermentan lentamente) desarrollan niveles crecientes de amonio, aminas y ácido butírico, y los ensilajes de alta materia seca en los cuales la actividad de fermentación es reducida y potencia el crecimiento de hongos y calentamiento, produciendo un alto nivel de insoluble detergente ácido.

### **2.4.1. DISMINUCIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE PROTEÍNAS**

Cualquier proceso que acorte la fermentación, desnaturalice las enzimas proteolíticas o reduzca la actividad de las bacterias proteolíticas, disminuye la degradación de la proteína del ensilaje. Los ensilajes premarchitados (avena ó alfalfa) experimentan una corta fermentación y no requieren muchos carbohidratos hidrosolubles o un pH tan bajo para la conservación cuando se compara con un ensilaje de alta humedad. El beneficio del presecado (o corte tardío en el caso del maíz) se da durante la reducción de la fermentación

disminuyendo la degradación de proteína y menor producción de ácidos, lo que ocasiona mayor cantidad de ensilaje Herrera (*op. cit.*).

La disminución de la proteólisis ocurre con la rápida disminución del pH debido a la rápida acidificación, la cual desnaturaliza las proteasas y reduce así su actividad; por ello al agregar ácidos orgánicos al ensilaje se baja el pH e inactiva las enzimas proteolíticas. Cuando el ensilaje es amonizado, el pH se eleva aproximadamente a 9.0. El efecto del pH elevado sobre la actividad enzimática junto con el efecto tóxico sobre las poblaciones de levaduras, mohos y bacterias puede causar en ese momento una reducción en la degradación de las proteínas a productos finales dañinos tales como aminas Herrera (*op. cit.*)

## **2.5. POLISACÁRIDOS**

Los polisacáridos son condensaciones de polímeros basados en monosacáridos unidos a través de enlaces glucosídicos. La celulosa es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza y el principal compuesto estructural de la pared celular vegetal. Cuando el pasto es ensilado, se pierde el 5% de la fracción celular, principalmente la que no está unida a la lignina.

Durante el ensilaje de cultivos de bajo contenido de materia seca (MS) la cantidad de ácidos producidos se debe al excedente de carbohidratos hidrosolubles (CHS). Las proteínas, aminoácidos y ácidos orgánicos contribuyen a la producción de ácidos en la fermentación, pero la hemicelulosa es la fuente principal de substrato adicional y se han demostrado que muchos de los azúcares adicionales producidos en el ensilado de bajo contenido de MS es glucosa con algo de arabinosa y xilosa. Anteriormente se pensaba que la glucosa provenía de la celulosa, pero ahora se sabe que proviene de los glucanos de la pared celular. En ensilados de alto contenido de MS se inhibe la actividad de las enzimas degradadoras de polisacáridos (**Herrera *op. cit.***)

## **2.6. LA MICROFLORA DEL ENSILAJE**

**McDonald *et al.*, (1991)**, Juega un papel clave para el éxito del proceso de conservación. Puede ser dividida en dos grupos principales: los microorganismos benéficos y los microorganismos indeseables. Los microorganismos benéficos son los microorganismos BAC. Los indeseables son aquellos organismos que causan el deterioro anaeróbico (p. ej. clostridios y enterobacterias) o deterioro aeróbico (ej. levaduras, bacilos, *Listeria* sp. y mohos). Muchos de estos organismos indeseables no sólo reducen el valor nutritivo del ensilaje, sino que pueden además afectar la salud de los animales o alterar la calidad de la leche, o ambas (p. ej.: *Listeria* sp., clostridios, hongos y bacilos).

### **2.6.1 MICROORGANISMOS BENÉFICOS - BACTERIAS QUE PRODUCEN ÁCIDO LÁCTICO (BAC)**

**Woolford (1984)**, menciona que las bacterias BAC pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales. Su población natural crece significativamente entre la cosecha y el ensilaje. Esto se explica por la reactivación de células latentes y otras no cultivadas, y no por la inoculación de las máquinas cosechadoras o por el simple crecimiento de la población original. Las características del cultivo como, contenido de azúcares, contenido de materia seca y composición de los azúcares, combinados con las propiedades del grupo BAC así como su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica, y el uso del substrato, influirán en forma decisiva sobre la capacidad de competencia de la flora BAC durante la fermentación del ensilaje.

**Holzappel y Schillinger (1992)**, sostienen que los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50°C, con un óptimo entre 25° y 40°C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje. Todos los miembros del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaeróbica.

**Devriese *et al.*, (1992)**, Tomando en cuenta su metabolismo de los azúcares, los

miembros BAC pueden ser clasificados como homofermentadores obligatorios, heterofermentadores facultativos o heterofermentadores obligatorios.

Los homofermentadores obligatorios producen más de 85 por ciento de ácido láctico a partir de hexosas (azúcares C<sub>6</sub>) como la glucosa, pero no pueden degradar las pentosas (azúcares C<sub>5</sub>) como la xilosa.

Los heterofermentadores facultativos también producen principalmente ácido láctico a partir de hexosas, pero además pueden degradar algunas pentosas produciendo ácido láctico, ácido acético y/o etanol. Los heterofermentadores facultativos incluyen a *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, *Pediococcus acidilactici*, *P. pentosaceus* y *Enterococcus faecium*.

**Hammes et al., (1992)**, Los heterofermentadores obligatorios degradan las hexosas y las pentosas, pero se distinguen de los homofermentadores en que degradan las hexosas en proporciones equimolares de ácido láctico, CO<sub>2</sub>, ácido acético y/o etanol (Hammes et al., 1992; Schleifer y Ludwig 1995). Los homofermentadores obligatorios reúnen especies como *Pediococcus damnosus* y *Lactobacillus ruminis*. Los heterofermentadores obligatorios incluyen miembros del género *Leuconostoc* y algunos *Lactobacillus* como *L. brevis* y *L. buchneri* (Devriese et al., 1992; Weiss, 1992; Holzapfel y Schillinger, 1992; Hammes et al., 1992).

## **2.6.2. MICROORGANISMOS INDESEABLES**

### **2.6.2.1. LEVADURAS**

**Schlegel (1987)**, Las levaduras son microorganismos eucarióticos, anaeróbicos facultativos y heterotróficos. En todo ensilaje, tanto la actividad de levaduras anaeróbicas como aeróbicas son indeseables. Bajo condiciones anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO<sub>2</sub>.

**McDonald et al., (1991)**, menciona que la producción de etanol no sólo disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico, sino que también produce un mal gusto en la leche (Randby et al., 1999). Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. La degradación del ácido láctico eleva el valor del pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables.

**Jonsson y Pahlow, (1984); Donald et al., (1995)**, sostienen que la supervivencia de las levaduras durante el almacenaje depende de la severidad de la anaerobiosis

y la concentración de ácidos orgánicos. La presencia de oxígeno facilita la supervivencia y el desarrollo de las levaduras durante el almacenaje. Driehuis y van Wixselaar, (1996), afirman que un contenido elevado de ácido fórmico o ácido acético reducen su supervivencia (Driehuis y van Wixselaar, 1996; Oude Elferink *et al.*, 1999).

La actividad inicial de las levaduras parece ser incrementada en forrajes que generan niveles bajos de pH (<5), por ejemplo, cuando se trata de materiales con un alto contenido de azúcares como papas, cáscaras de naranja o remolacha azucarera, o cuando se emplean aditivos ácidos. Bajo estas condiciones el ensilaje resultante tiene concentraciones altas de etanol y bajas en ácido láctico (Henderson *et al.*, 1972; Ashbell *et al.*, 1987; Weinberg *et al.*, 1988; Driehuis y van Wixselaar, 1996).

#### **2.6.2.2. ENTEROBACTERIAS**

**Woolford (1984)**, considera que las enterobacterias son organismos anaeróbicos facultativos, que la mayoría de las enterobacterias presentes en el ensilaje no son patógenas. Pese a ello su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con los integrantes del BAC por los azúcares disponibles, y porque además pueden degradar las proteínas. La degradación proteica no sólo causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, sino que también permite la producción de compuestos tóxicos tales como aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple. Se sabe que las aminas biogénicas tienen un efecto negativo sobre la palatabilidad del ensilaje (Woolford, 1984; McDonald *et al.*, 1991; van Os y Dulphy, 1996), especialmente en animales todavía no acostumbrados a su sabor (van Os *et al.*, 1997). Más aún, el amoníaco generado por la proteólisis aumenta el poder tampón del forraje ensilado, lo cual se opone a toda tendencia para un descenso rápido del pH del ensilaje.

Spoelstra (1985), menciona que un atributo particular de las enterobacterias es su habilidad, en el proceso de ensilaje, para reducir el nitrato ( $\text{NO}_3$ ) a nitrito ( $\text{NO}_2$ ). Las enterobacterias en el ensilaje pueden luego degradar el nitrito en amoníaco y óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ), pero este también puede ser transformado en monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}$ ) y nitrato. Spoelstra, 1985, 1987).

**McDonald *et al.*, (1991)**, las enterobacterias no proliferan en ambientes con

valores bajos de pH. Las técnicas de ensilaje que aseguren un rápido y significativo descenso del pH en el ensilaje, provocarán una inhibición del desarrollo de las enterobacterias.

### 2.6.2.3. CLOSTRIDIOS

**Kehler y Scholz (1996)**, mencionan que los clostridios son bacterias anaeróbicas que forman endosporas. Muchas de ellas pueden fermentar tanto carbohidratos como proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje y al igual que las entobacterias crean problemas al producir aminos biogénicos. Además, la presencia de clostridios en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; esto puede resultar en la contaminación de la leche, ya sea directamente o por ubres mal aseadas.

Serios problemas de salud pueden ser causados por ciertos tipos de clostridios. Una especie extremadamente tóxica es *Clostridium botulinum* que provoca el botulismo, y puede ser fatal para el ganado bovino. Afortunadamente, *C. botulinum* tiene una baja tolerancia a medios ácidos y por ello no se desarrolla en ensilajes bien fermentados. El botulismo en los animales es causado por ingestión de ensilaje contaminado con *C. botulinum* y corresponde casi siempre a la descomposición de un cadáver (p. ej.: ratón, pájaro) dentro del ensilaje.

**McPherson y Violante (1966)**, afirman que un "ensilaje clostridial" típico muestra un alto contenido de ácido butírico (más de 5 g/kg de MS), un pH alto (>5 en ensilajes con bajo contenido de MS), y alto contenido tanto de amoníaco como de aminos.

**Kleter et al., 1982**, Las técnicas de ensilaje que permiten una caída rápida y significativa del pH evitarán el problema, puesto que tanto el desarrollo de enterobacterias como de clostridios se inhibe con valores bajos de pH. Por otro lado, los clostridios muestran mayor susceptibilidad a la falta de humedad (baja actividad acuosa) que los integrantes del BAC. Tomada para disminuir el valor  $a_w$  de un forraje, como inducir su marchitez y por ende aumentar el valor del contenido de MS, permite la inhibición selectiva de clostridios.

### 2.6.2.4. Bacilos

**Claus y Berkeley (1986)**, mencionan que los bacilos se asemejan a los clostridios:

son bacterias de forma cilíndrica que forman esporas. Sin embargo, se los puede distinguir fácilmente ya que son aeróbicos facultativos, mientras que los clostridios son todos anaeróbicos obligatorios.

**Claus y Berkely, (1986)**, Los bacilos aeróbicos facultativos fermentan un amplio rango de carbohidratos generando compuestos tales como ácidos orgánicos (p. ej.: acetatos, lactatos y butiratos) o etanol, 2,3-butanodiol y glicerol.

**Moran et al., (1993)**, Algunos *Bacillus* spp. son capaces de producir sustancias fungicidas, y se los ha usado para inhibir el proceso de deterioro aeróbico en ensilajes.

MCDONALD ET AL., (1991), Con la excepción de estas estirpes, el desarrollo de los bacilos en el ensilaje es en general considerado como indeseable. Lindgren et al. (1985), afirma que esto se debe a que los bacilos no sólo son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo BAC, sino que, en las etapas finales, incrementan la deterioración aeróbica (Lindgren et al. 1985; Vreman et al.

**Gibson et al. (1958)**, menciona que para disminuir el desarrollo de *Bacillus* en el ensilaje, la temperatura de almacenaje no debería ser muy alta y se deberá minimizar el ingreso de aire (Vreman et al., en imprenta). Además, se debe reducir toda contaminación inicial del ensilaje con tierra o estiércol (McDonald et al., 1991; Rammer et al. 1994).

#### **2.6.2.5. MOHOS**

**Frevel et al., (1985)**, menciona que los mohos son organismos eucarióticos. Es fácil identificar un ensilaje infestado por mohos debido a los filamentos de diversos colores y de gran tamaño que producen muchas especies. Los mohos se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive solo trazas.

En un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante el deterioro aeróbico (Fase 4) todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Las especies que se han identificado más frecuentemente en el ensilaje pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Byssochlamys*, *Absidia*, *Arthrimum*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Scopulariopsis* y *Trichoderma* (Pelhate, 1977; Woolford, 1984; Frevel et al., 1985; Jonsson et al., 1990; Nout et al., 1993).

**May, (1993)**, Los mohos no sólo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje, sino que también son un riesgo para la salud de los animales y las personas. Las esporas de mohos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas.

Otros problemas de salud asociados con los mohos se relacionan con las micotoxinas (Oldenburg, 1991; Auerbach, 1996).

Scudamore y Livesey, (1998), dependiendo del tipo y la cantidad de toxina presente en el ensilaje, los problemas de salud pueden variar desde ligeras molestias digestivas, pequeños problemas de fertilidad y una disminución de las defensas naturales, hasta daños serios al hígado o a los riñones y abortos.

Nout *et al.*, (1993), algunas especies de hongos que producen micotoxinas son: *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium roqueforti*, y *Byssochlamys nivea*. *P. roqueforti* es una especie ácido tolerante que puede desarrollarse aún en ambientes con muy poco oxígeno y alta concentración de CO<sub>2</sub> y ha sido detectada como una especie predominante en diversos tipos de ensilajes (Lacey, 1989; Nout *et al.*, 1993; Auerbach *et al.*, 1998; Auerbach, 1996). Todavía existen muchas dudas sobre cuales son las condiciones bajo las que se producen las micotoxinas en el ensilaje. No todos los ensilajes fuertemente infestados por mohos tienen forzosamente una gran cantidad de micotoxinas, y no todos los tipos de micotoxinas que pueden producir los mohos se encuentran necesariamente en un ensilaje infestado (Nout *et al.*, 1993; Auerbach, 1996).

Las técnicas de ensilaje que minimizan el ingreso de aire (p. ej. buena compactación y cierre hermético del ensilaje), y la inclusión de aditivos que inhiben el deterioro aeróbico, podrán prevenir o limitar el desarrollo de mohos.

## **2.7 PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE**

Según Bernal et al (2002) el tipo de fermentación depende de varias variables: el porcentaje de humedad del forraje, la cantidad de carbohidratos solubles y la capacidad amortiguadora de las plantas usadas. Esta fermentación es principalmente de tipo láctico por las BAC presentes en el forraje a partir de los carbohidratos que estos contengan, por lo cual las gramíneas poseen mayor

concentración de carbohidratos que las leguminosas. Además, argumenta que los forrajes húmedos que tengan bajas concentraciones de carbohidratos pueden presentar una fermentación secundaria por Clostridium, fermentando el ácido láctico a butírico y degradando las proteínas en amonio, situación que se corrige fomentando el desarrollo de BAC en el ensilaje.

En la tabla No 1 se comparan algunos parámetros de fermentación de un ensilaje de buena calidad con los parámetros de un ensilaje de mala calidad.

**TABLA. 1 PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>ENSILAJE DE BUENA CALIDAD</b>	<b>ENSILAJE DE MALA CALIDAD</b>
<b>pH</b>	4.0	5.5
<b>Ácido láctico (% MS)</b>	8.5	1.1
<b>Ácido acético (% MS)</b>	1.5	3.0
<b>Acido butírico (% MS)</b>	-	3.5
<b>Nitrógeno amoniacal (%MS)</b>	1.0	4.0
<b>Color</b>	Verde amarillento	Negro
<b>Olor</b>	Agradable	Pútrido
<b>Apariencia</b>	Ausencia de hongos	Presencia de hongos
<b>Humedad</b>	70%	>70% - < 60%
<b>Sabor</b>	Apetecible al ganado	Rechazado por el ganado

**FUENTE. Bernal et al (2002) Ensilaje, Heno y Henolaje. (1a. ed) Bogota, Colombia: Angel Comunicaciones.**

Según Bernal et al (2015), las gramíneas y leguminosas tropicales algunas veces son difíciles de ensilar por su bajo contenido de carbohidratos y alta capacidad buffer, además la deficiencia de bacterias ácido lácticas epifitas (en número y especies) pueden ser una limitación; para su ensilaje se usan los aditivos para promover la fermentación, prevenir la formación de ácido butírico, reducir la pérdida de materia seca y preservar los nutrientes.

Para **Conde (2009)** la actividad del agua es un factor muy importante porque determina el tipo de fermentación durante todo el proceso del ensilaje, tiene efectos sobre la producción animal ya que determina la calidad del ensilaje y el consumo por parte del animal. De otro lado el agua es más determinante que el pH para el desarrollo de los Clostridium. Por lo tanto, el pH debe ser mucho menor a 4.5 para estabilizar un ensilaje de materiales húmedos.

Otro factor muy importante a tener en cuenta en el desarrollo del proceso del ensilaje es el valor del pH que según lo reportado por Guerrero (2013), el pH es un indicador de vital relevancia en el proceso de conservación de un forraje en forma de ensilaje, debido a que es una de las transformaciones más radicales que ocurre en el forraje y por su estrecha relación con los procesos degradativos durante la conservación. Es un parámetro rápido e indicativo del tipo de fermentación que tuvo lugar. Es necesario que el descenso del pH ocurra lo más pronto posible para garantizar un hábitat desfavorable para las bacterias clostrídicas y reducir la respiración evitando así la proteólisis y la proliferación de los microorganismos indeseables en el proceso.

Estudios realizados por Guerrero (2013) muestran que el valor óptimo de pH está directamente relacionado con el contenido de materia seca (MS) del ensilado, en ensilados con contenidos de 40% de MS un pH óptimo será  $\leq 4,87$  El valor de pH está en función de la materia seca del ensilaje y de la proporción que exista entre las proteínas y los carbohidratos solubles, se considera que cuando un ensilaje alcanza valores de pH inferiores a 4.2 se ha logrado su estabilidad fermentativa.

## **2.8. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS**

De acuerdo a lo reportado por **Maza et al (2011)** la calidad del ensilaje está dada por la eficacia del proceso de fermentación y se relaciona con factores que pueden ser evaluados como su apariencia, color, olor, textura, valor nutritivo y aceptación de los animales, variables que fueron determinadas en su estudio para maralfalfa y yuca.

**Bernal et al (2002)** mencionan que el color, el olor y la textura son índices del tipo de fermentación y del valor nutritivo; de tal manera que un color castaño-amarillento indica una fermentación láctica, de olor no muy fuerte y agradable. Un color verde oliva indica que el proceso se realizó a una temperatura muy baja, realizándose una fermentación butírica de malas características organolépticas; los olores fuertes debido a la presencia de ácido butírico y amonio, indican pérdidas de valor nutritivo, y se dan por baja humedad o deficiente compactación en el ensilaje. Considera además que un color castaño-tabaco es característico de fermentación a altas temperaturas, con producción de ácido acético, en este caso la palatabilidad es superior al ensilaje láctico, pero de inferior calidad nutritiva y puede transmitir un olor desagradable a la leche.

En la tabla No 2 se describen las características organolépticas de un ensilaje, de acuerdo al olor, color y textura que presenten los ensilajes.

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE UN ENSILAJE**

<b>INDICADOR EXCELENTE</b>	<b>BUENA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALA</b>	
<b>COLOR</b>	Verde aceituna o amarillo oscuro	Verde amarillento. Tallos con tonalidad más pálida que las hojas	Verde oscuro	Marrón oscuro, casi negro o negro
<b>OLOR</b>	A miel azucarado de fruta madura	Agradable a vinagre	con ligero olor Fuerte, ácido olor a vinagre, (ácido butírico)	Desagradable
<b>Textura</b>	Conserva sus tallos continuos	Igual que el anterior	Se separan fácilmente las hojas de los tallos	No se observa diferencia entre tallos y hojas: Es más amorfa y jabonosa.

## **2.9 NARANJA (CITRUS SINENSIS)**

Según Bravo (2014) la naranja es un árbol perenne, de mediano tamaño que puede llegar a alcanzar entre 6 a 13 metros de altura, produce frutos globulosos de 4 a 12 cm de diámetro; esta planta es cultivada en el trópico y en el sub trópico, presenta un buen comportamiento en una altura de 800 a 2000 m.s.n.m. De su fruto se obtiene la pulpa que contiene una buena cantidad de carbohidratos solubles, contiene entre 13 a 14 % de materia seca y puede ser utilizado como fuente alternativa para la alimentación de rumiantes.

### 2.9.1. TAXONOMÍA

Según el documento de **González (2014)**, existe un número muy importante de variedades y especies cítricas cultivadas comercialmente en los países productores de todo el mundo. Las variedades de naranja se clasifican de acuerdo al tiempo que tardan sus frutos en llegar a la madurez fisiológica, bajo una misma condición de oferta ambiental, las principales variedades de naranja dulce (*Citrus sinensis*) cultivadas en el mundo pertenecen a los tres grandes grupos. Grupo Navel, Grupo Blancas y Grupo Sanguinas.

**TABLA N°3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE CITRUS SINESIS**

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Subclase</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Sapindales</i>
<b>Familia</b>	<i>Rutaceae</i>
<b>Genero</b>	<i>Citrus</i>

FUENTE Bravo (2014). Naranjas una alternativa de exportacion.Oficina de estudios y politicas agrarias.

En general la naranja está conformada en una gran cantidad de agua, contiene niveles moderados de proteínas y es un alimento bajo en grasas. Se le considera una buena fuente de fibra y vitamina C. Davies y Albrigo (1994) reportaron que en la naranja se encuentran también presentes pequeñas cantidades de compuestos bioactivos, tales como terpenos, ácidos fenólicos y flavonoides. La naranja es una fuente importante de ácido ascórbico, vitamina C y otros antioxidantes cuyo consumo frecuente ayuda a prevenir enfermedades según lo reporta Morera (1999).

En el estudio realizado por Gonzalez (2014) analiza la composición química de la Naranja, y concluye que es un alimento muy completo, con contenidos importantes de fibra, carbohidratos, minerales, vitamina C y ácidos orgánicos; tal como se observa en la

**TABLA 4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS NARANJAS POR 100 G DE PORCIÓN COMESTIBLE**

	Naranja
<b>Energía (kcal)*</b>	42
<b>Proteína (g)</b>	0,8
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	8,6
<b>Fibra (g)</b>	2
<b>Calcio (mg)</b>	36
<b>Hierro (mg)</b>	0,3
<b>Yodo (µg)</b>	2
<b>Magnesio (mg)</b>	12
<b>Zinc (mg)</b>	0,18
<b>Sodio (mg)</b>	3
<b>Potasio (mg)</b>	200
<b>Fósforo (mg)</b>	28
<b>Selenio (µg)</b>	1
<b>Tiamina (mg)</b>	0,1
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,03
<b>Eq de niacina (mg)</b>	0,3
<b>Vitamina B<sub>6</sub></b>	0,06
<b>Vitamina A (µg)</b>	40
<b>Folato (µg)</b>	37
<b>Vitamina C (mg)</b>	50

FUENTE: Gonzalez (2014) Identificación de Materiales de Naranja para la Agroindustria de Jugos y Concentrados de Exportación, Adaptados a las Condiciones Agroecológicas de la Zona Cafetera Central

### **2.9.2. Composición y valor nutritivo de la paja de arroz**

González (2014). Menciona que para efectos de lograr que un rumiante adulto mantenga su peso, necesita una dieta con un mínimo de un 8% de proteína bruta, ya que la paja de arroz tiene valores sustancialmente menores, lo cual afectaría la tasa de actividad microbiana ruminal, que necesita del nitrógeno como sustrato para reproducirse y así atacar y digerir la fibra. Por otro lado, la paja de arroz contiene altos valores de FDN (fibra detergente neutro) con alto contenido de sílice, lo cual afecta negativamente la digestibilidad de la paja y por lo tanto el consumo animal.

La velocidad de digestión de la paja en el rumen es muy lenta, lo que reduce aún más el consumo animal. Recordemos que el principal responsable de la regulación del consumo en los rumiantes es la regulación física (llenado/vaciado). Por otro lado, la paja de arroz es sumamente deficiente en los macrominerales (calcio, fósforo, sodio) y especialmente en vitamina A. Una vieja fórmula, para ser usada a nivel de campo, para estimar el consumo potencial de un animal a partir de un alimento, es la siguiente: Consumo animal (% del peso vivo) =  $120 / \%FDN$  Si aplicamos este criterio para el caso de la paja de arroz, nos daría que el consumo animal andaría entre un 1.4 – 1.7 % del peso vivo. Concordante con lo anterior, se mostró información, en la cual novillos de 200 kg. alimentados únicamente con paja de arroz (es decir sin acceso a pastoreo), consumiendo un 1.8 % de su peso vivo, perdían 120 gramos diarios de peso.

Resumiendo, la paja de arroz posee:

- Baja proteína
- Alta fibra
- Alto sílice
- Baja digestibilidad
- Baja cantidad de minerales y vitamina A

Por tanto, queda claro que debido a las características que posee la paja, la misma no es suficiente para asegurar el mantenimiento de animales.

**TABLA 5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PAJA DE ARROZ.**

<i>Composición nutricional</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>
<b>Materia seca</b>	%	89,95
<b>NDT</b>	%	X
<b>Energía digestible</b>	Mcal/kg	X
<b>Energía metabolizable</b>	Mcal/kg	1,16
<b>Proteína (TCO)</b>	%	3,15
<b>Calcio (TCO)</b>	%	0,26
<b>Fósforo total (TCO)</b>	%	0,05
<b>Grasa (TCO)</b>	%	X
<b>Ceniza (TCO)</b>	%	X
<b>Fibra (TCO)</b>	%	32,38

FUENTE: Mier, M.A (2009). Adición de paja de arroz al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Instituto Politécnico Nacional.

### **III. DISEÑO METODOLOGICO**

#### **3.1 Diseño de contrastación de hipótesis**

Recolectadas las naranjas, se procederá a triturar las naranjas, la paja de arroz será picada tratando que formen partículas uniformes de 1 cm. De largo para luego ser mezclada con las naranjas de manera que se formen 4 mezclas:

- a. 10 % de naranjas y 90 % de paja de arroz
- b. 20 % de naranjas y 80 % de paja de arroz
- c. 30 % de naranjas y 70 % de paja de arroz
- d. 40% de naranjas y 60% de paja de arroz.

De las mezclas a, b y c, d se tomará 1 muestra de 2 kg de cada una y se depositarán en bolsas plásticas negras. Finalmente, las bolsas serán cerradas firmemente tratando de eliminar todo el aire posible, luego la bolsa será introducida en forma invertida en una segunda bolsa y luego de la misma manera se procede con una tercera bolsa.

Las bolsas llenas serán depositadas en un lugar bajo sombra durante 15 días a cabo de los cuales serán volteadas por 15 días más para luego ser abiertas y su contenido evaluado.

Luego se procederá a su análisis nutricional y bromatológico en el Laboratorio de Nutrición y el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

#### **3.2 Población, muestra**

La población estará constituida por naranjas descartadas para el consumo humano y la paja de arroz obtenida de la cosecha del departamento de Lambayeque.

La muestra estará constituida por 40 bolsas del producto de los cuales 10 corresponden al tratamiento 1, 10 al tratamiento 2, 10 al tratamiento 3, 10 al tratamiento 4 será tomada, las cuales serán analizadas nutricional y bromatológicamente.

### **3.3 Técnicas, instrumentos, equipos y materiales**

Se utilizarán los siguientes materiales:

Residuos orgánicos de naranjas.

Paja de arroz.

Bolsas plásticas de color negro.

Material de laboratorio para análisis nutricional.

#### **3.3.1. DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA PARCIAL (msp)**

##### **Fundamento**

**LORIN E. 1970**, realizado el muestreo y cuarteo de la muestra a analizar, la muestra se seca a temperatura entre 60 °C a 65 °C de temperatura aproximadamente por 24 horas. hasta que se haya eliminado parte de la humedad contenida. La muestra luego se lleva a equilibrio con la humedad ambiental dejándola enfriar al medio ambiente por 24 horas.

##### **Equipo**

- Use un recipiente que no absorba la humedad de la muestra y sea suficientemente grande que permita colocar la muestra. Se pueden usar bandejas de cartón o de vidrio de 30 cm de largo por 14 cm de ancho y 4cm de alto.
- Estufa a 60°C.
- Balanza de una aproximación a 0.5g.

##### **Procedimiento**

A.-Una vez realizado el muestreo y cuarteo de la muestra sujeta a análisis, pese la bandeja vacía, coloque aproximadamente entre 300 a 500 gr. de la muestra homogéneamente obtenida.

B.- Secado: Ponga la bandeja con la muestra previamente pesado en la estufa a temperatura de 60°C y déjese por un tiempo aproximado de 24 o 48 horas hasta que la muestra haya quedado seca al tacto.

C.-Pasado las 24 o 48 horas, retire la bandeja con la muestra y colóquelo al medio ambiente por 24 horas en donde las condiciones de humedad sean iguales a las que prevalezcan al momento de moler la muestra para equilibrar con la humedad ambiental.

D.-Pasado las 24 horas, pese la bandeja más la muestra, luego se debe moler a través de un tamiz de un milímetro, deposite la muestra molida en un recipiente, envasar, identificar y almacenar para los análisis posteriores.

**Ejemplo:**

- Peso de la bandeja vacía: 19 grs.
- Peso de la bandeja más muestra húmeda: 212grs.
- Peso de la bandeja más muestra parcialmente seca: 187 grs.

**Cálculos:**

$$\begin{array}{r} 212 \text{ grs} - \\ \underline{19 \text{ grs.}} \\ 193 \text{ grs.} \end{array} \quad (\text{muestra húmeda total})$$

$$\begin{array}{r} 187 \text{ grs} - \\ \underline{19 \text{ grs.}} \\ 168 \text{ grs.} \end{array} \quad (\text{muestra seca total})$$

$$\begin{array}{r} 193 \text{ grs.} \quad \text{-----} \quad 100 \% \\ 168 \text{ grs.} \quad \text{-----} \quad X \% \end{array}$$

$$X = 87.05 \% \text{ ----- A}$$

### **3.3.2. DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL (MST)**

#### **Fundamento**

**LORIN E. 1970**, la humedad (agua) de la muestra se elimina por medio de la evaporación inducida por calor. La cantidad de muestra residual, convertida a porcentaje después del secado, se conoce como el contenido (%) de materia seca total (msp).

#### **Equipo**

- Estufa a 105 °C.
- Crisoles de porcelana.
- Desecador.
- Pinzas.
- Balanza analítica de precisión.
- Muestra.

#### **Procedimiento**

1.-Limpie bien los crisoles cada vez que se va a usar en una muestra, luego ponga estos a secar en estufa a 105° C por una hora mínimo; sáquelos de la estufa, y se trasladan al desecador, se enfrían y luego pesar. Retire los crisoles de la estufa con pinzas de metal.

2.-Pese entre 1 a 2 g de muestra en el crisol previamente tarado y anotado su peso y llévelo a la estufa a 105°C durante ocho horas aproximadamente, después retirar los crisoles con la muestra, y colocar en el desecador para enfriarlo. Luego se retira el crisol del desecador y se pesa lo más rápidamente.

**Ejemplo:**

- ✓ Peso del crisol vacío: 48.7382 grs.
- ✓ Peso muestra 1.1486 grs.
- ✓ Peso crisol después de estufa: 49.829 grs.

**Cálculo:**

$$\begin{array}{r} 49.829 \text{ grs.} - \\ \underline{48.7382 \text{ grs.}} \\ 1.0908 \text{ grs.} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.1486 \text{ grs.} \quad \text{-----} \quad 100 \% \\ 1.0908 \text{ grs.} \quad \text{-----} \quad X \% \end{array}$$

$$X = 94.9678 \% \text{ ----- B}$$

**CAMBIO DE BASES**

- Materia seca parcial: 87.05 % ----- A
- Materia seca total: 94.9678 % ----- B

1.-Obtener materia seca total en base tal como ofrecida: TCO

$$\boxed{\text{MSTCO} = \frac{\mathbf{A \times B}}{\mathbf{100}}}$$

$$\text{MSTCO} = \frac{87.05 \% \times 94.9678 \%}{100}$$

$$\text{MSTCO} = 82.66 \%$$

### **3.3.3. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO Y PROTEÍNA CRUDA (Método Micro Kjeldahl)**

#### **Fundamento**

**Método de ensayo AOCAC.920.87. 20th.edition 2016**, El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforma a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. Al hervir se rompe el enlace y se libera el amonio ( $\text{NH}_4$ ) y este se recibe en una solución de ácido bórico que luego se titula con ácido clorhídrico estandarizado (0.02 N).

#### **Equipo**

- (a) Aparato de digestión y destilación micro kjeldahl.
- (b) Balones micro kjeldahl.
- (c) Matraz.
- (d) Bureta de 50 ML.
- (e) Pipeta o dispensador de ácido.

#### **Reactivos**

- (a) Ácido sulfúrico concentrado 93-98% grado de reactivo.
- (b) Catalizador (Sulfato de potasio + Sulfato de cobre).
- (c) Solución de hidróxido de sodio al 35 %.
- (d) Solución indicadora rojo de metilo.
- (e) Ácido clorhídrico al 0.02 N

## **Procedimiento**

### **1<sup>ra</sup> Fase: Proceso de digestión**

- a) Pese 0.3 g o 300 mg de muestra en papel libre de nitrógeno y colocar en el balón de digestión.
- b) Agregue aproximadamente 0.5g de catalizador.
- c) Adicione 4 ml de ácido sulfúrico.
- d) Coloque los balones en los calentadores del aparato Kjeldahl para que hierva.
- e) Debe seguir hasta obtener una solución verde brillante. Terminada esta fase, se apagan los calentadores y se dejan enfriar los balones.

### **2<sup>da</sup> Fase: Proceso de destilación**

- a) Adicione con cuidado agua destilada para diluir la muestra y agregue 20 – 25 ml de NaOH. Los iones de cobre formarán un complejo amonio-cúprico de color azul oscuro que indica la presencia de suficiente NaOH para neutralizar el exceso de ácido sulfúrico y permitir la liberación del amonio.
- b) Agregue 20 ml de la solución de rojo de metilo en un matraz y colóquelo en el extremo del tubo de destilación ligeramente sumergidos en la solución.
- c) Conecte el tubo conteniendo la muestra y ponga a funcionar el sistema de destilación.

\*Asegure sé de qué todo el contenido de nitrógeno haya sido destilado acercando papel tornasol al extremo de donde se recoge el destilado si vira de color deje destilar en el matraz del destilado si no cambia de color el proceso ha terminado.

El amonio (NH<sub>4</sub>) obtenido en el matraz es titulado con ácido clorhídrico al 0.02 N hasta que la solución cambie a color rosado claro.

Fórmula para calcular porcentaje de nitrógeno:

$$\% N = \frac{\text{Gasto de HCl} \times 0.014 \times 0.02}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\% PC = \% N \times 6.25$$

Donde:

0.014 = Mili equivalente del nitrógeno

0.02 = Normalidad del ácido

0.3 = Peso de la muestra

6.25 = Equivalente de la proteína (Factor proteínico por defecto)

Ejemplo:

✓ Gasto HCl: 7.3 ml

✓ Peso muestra: 0.3002 grs.

$$N = \frac{7.3 \times 0.014 \times 0.02}{0.3002} \times 100$$

$$\% N = 0.6809$$

$$\% PC = 0.6809 \% \times 6.25$$

$$PC = 4.2556$$

### **3.3.4. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETereo O GRASA (método de goldfish)**

#### **Fundamento**

LORIN E. 1970, El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el beaker, se seca y pesa.

#### **Equipo**

- Aparato Goldfish para la extracción de grasa.
- Beakers.
- Dedales de extracción y recuperación.
- Papel filtro
- Estufa a 105° C
- Desecador

#### **Reactivos**

- Éter di etílico.

#### **Procedimiento**

- ✓ Pese 1.5 a 2.0 g de muestra y colóquelos en un papel filtro.
- ✓ Limpie y seque los beakers en la estufa a 105°C por una hora. Colóquelos en el secador péselos y registre el peso.
- ✓ Coloque en el dedal de extracción la muestra fíjelo bajo el condensador del aparato de extracción Goldfish. Agregue 20 ml de éter di-etílico al beakers y colóquelo sobre el condensador, asegurándolo con el anillo de rosca el cual se debe apretar con la mano, tanto como sea posible. Abra la llave del agua enfría el condensador; suba las placas calientes hasta que se ponga en contacto con los beaker y prenda los calentadores. El periodo de extracción es de aproximadamente 2 horas.

✓ Terminada la extracción baje los calentadores y permita que el dedal drene completamente. Remueva las muestras y coloque en su lugar los dedales de recuperación. Vuelva a colocar los beakers y suba las placas calientes y destile el éter en los dedales. Poco antes de que el éter en los beakers se evapore hasta sequedad, baje las placas calientes. Vacíe el éter de los dedales de recuperación en su recipiente. Complete la evaporación al aire del éter que queda en los beakers, dejándolos sobre la mesa de trabajo durante un rato.

✓ Saque los beakers en una estufa a 105°C, por una hora, después enfríelos en el desecador a temperatura del laboratorio y péselos.

**Ejemplo:**

- ✓ Peso del vaso vacío: 43.2514
- ✓ Peso del vaso más grasa: 43.2726
- ✓ Peso de la muestra: 1.2101

**Cálculos:**

$$\begin{array}{r} 43.2726 \text{ grs.} - \\ \underline{43.2514 \text{ grs.}} \\ 0.0212 \text{ grs} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} .2101 \text{ grs.} & \text{—————} & 100 \% \\ 0.0212 \text{ grs.} & \text{—————} & X \% \end{array}$$

$$\% \text{ EE} = 1.75 \% \text{ TCA}$$

### **3.3.5. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA**

#### **Fundamento**

**Método de ensayo AOAC.962.09. 20th.edition2016.** Una muestra libre de humedad y grasa se digiere primero con una solución de ácido débil y luego con una solución de base débil. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra en la mufla, se denomina fibra cruda.

#### **Equipo**

- ✓ Equipo digestor de fibra.
- ✓ Vaso de 600 ml de capacidad
- ✓ Papel filtro
- ✓ Embudo
- ✓ Estufa a 105°C
- ✓ Mufla de incineración

#### **Reactivos**

- (a) Solución de ácido sulfúrico al 0.255 N
- (b) Solución de Hidróxido de sodio al 0.313 N

#### **Procedimiento**

El residuo de muestra proveniente de la determinación del extracto etéreo se utiliza (use el peso original de la muestra, antes de secarla y haberla extraído con éter).

(a) En el vaso agregar 200 ml de la solución de ácido sulfúrico al 0.255 N deje hervir por 30 minutos en esta solución contabilizando el tiempo desde el momento del hervido. Pasado los treinta minutos filtrar la muestra con papel filtro colocada en un embudo y lávela con agua destilada hasta remover el residuo de ácido.

(b) Terminado el filtrado agregar 200 ml de la solución de hidróxido de sodio al 0.313 N deje hervir por 30 minutos en esta solución contabilizando el tiempo desde el momento del hervido. Pasado los treinta minutos filtrar la muestra con papel filtro colocada en un embudo y lávela con agua destilada hasta remover el residuo del hidróxido. Finalmente lave la muestra que está dentro del crisol con aproximadamente 15 ml. de alcohol etílico al 95%.

(c) Coloque la muestra en la estufa a 105°C por 24 has. Enfríela en el desecador y pésele. Se obtendrá un peso denominado peso uno (P1).

(d) Incinere el contenido del crisol en un horno a 600° C durante unas cinco horas o más. Enfríe el residuo en el desecador a temperatura del laboratorio y pésele se obtendrá un peso denominado peso dos (P2).

**Cálculos:**

$$\% \text{ FB} = \frac{\text{P 1} - \text{P 2}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

**Ejemplo:**

- ✓ Peso de la muestra: 1.0514
- ✓ Peso uno: 22.021408
- ✓ Peso dos :22.46242

$$\% \text{ FB} = \frac{22.46242 - 22.021408}{1.0514} \times 100$$

$$\% \text{ FB} = 40.10 \% \text{ TCA}$$

**3.3.6. DETERMINACIÓN DE CENIZA (MINERALES)****Fundamento**

**Método de ensayo AOAC.923.03. 20th.edition 2016.** La muestra es incinerada a 600°C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico, que no se destruye a esta temperatura se la llama ceniza.

**Equipo**

- (a) Mufla.
- (b) Crisoles de porcelana.
- (c) Desecador.
- (d) Balanza de precisión.

**Procedimiento**

- (a) Pese los crisoles vacíos y limpios.
- (b) La muestra es la misma utilizada en la determinación de la materia seca total por lo que tanto el peso de la muestra y el peso del crisol vacío serán los mismos.

(c) Coloque los crisoles en la mufla a 600°C durante cinco a más horas. Luego traslade los crisoles de la mufla al desecador y enfríelos a la temperatura del laboratorio. Péselos tan pronto como sea posible para prevenir la absorción de humedad, usando siempre pinzas de metal para manejarlos crisoles después de que se incineran.

**Ejemplo:**

- ✓ Peso del crisol vacío: 30.3357 grs.
- ✓ Peso muestra 1.0041 grs.
- ✓ Peso crisol más ceniza: 30.4516 grs.

**Cálculo:**

$$\begin{array}{r} 30.4516 \text{ grs.} - \\ 30.3357 \text{ grs.} \\ \hline 0.1159 \text{ grs.} \end{array}$$

1.0041 grs.	_____	100 %
0.1159 grs.	_____	X %

$$\% \text{ CN} = 11.54 \% \text{ TCA}$$

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño completamente al azar (DCA), en los que después se realizara el ANOVA

TABLA 06. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA

- Se utilizarán 10 unidades experimental por cada tratamiento

R: repeticiones

F.V	G.L	S.C	C.M	F
TRATAMIENTO	3	(S.C.T)	S.C.T/ G.L.T	C.M.T/ C.M.E
ERROR	36	(S.C.E)	S.C.E/ G.L.E	
TOTAL	39			

#### 3.4.1 MODELO MATEMATICO

$$\hat{y} = \mu + T + E$$

- ❖  $\hat{Y}$ : valor estimado (variable dependiente)
- ❖  $\mu$ : media poblacional
- ❖ T: tratamiento
- ❖ E: error

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

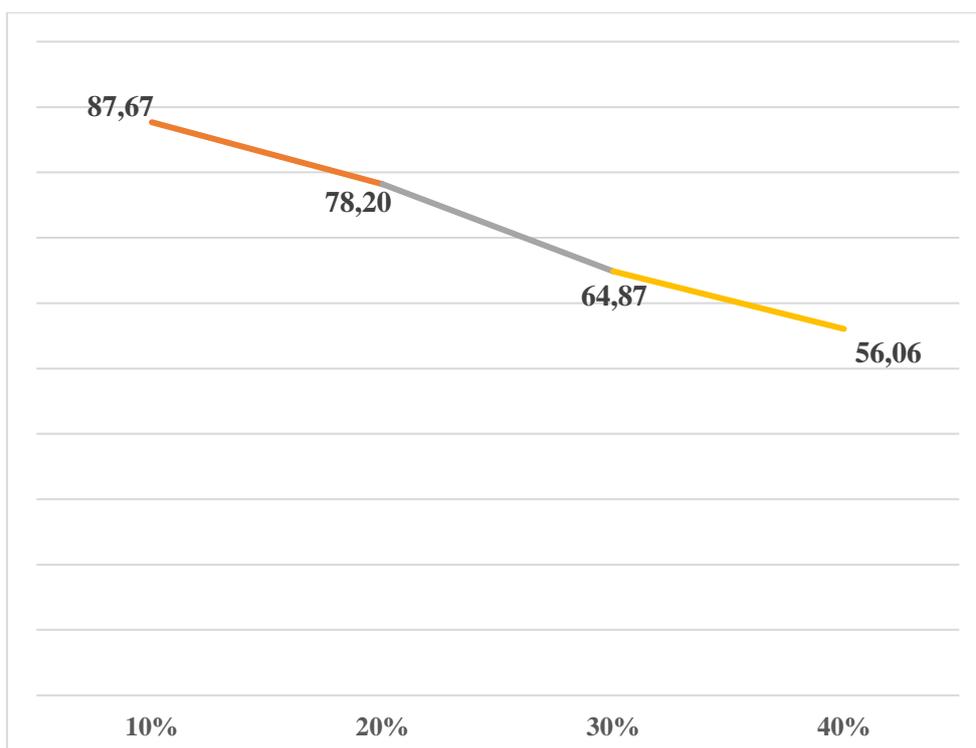
Los resultados de la presente investigación se muestran a continuación en la siguiente tabla n°7:

**TABLA 7. PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE NUTRIENTES DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ**

<i>VARIABLES</i>	<i>TRATAMIENTOS</i>			
	<b>T1 (10%)</b>	<b>T2 (20%)</b>	<b>T3 (30%)</b>	<b>T4 (40%)</b>
Materia Seca	87,67 <sub>A</sub>	78,20 <sub>B</sub>	64,87 <sub>C</sub>	56,06 <sub>D</sub>
Nitrógeno	0,72 <sub>C</sub>	0,77 <sub>B</sub>	0,80 <sub>A</sub>	0,78 <sub>AB</sub>
Proteína	4,52 <sub>C</sub>	4,84 <sub>B</sub>	4,97 <sub>A</sub>	4,86 <sub>B</sub>
Fibra bruta	41,41 <sub>A</sub>	40,76 <sub>B</sub>	39,18 <sub>C</sub>	35,67 <sub>D</sub>
Grasa	1,83 <sub>D</sub>	1,94 <sub>C</sub>	2,12 <sub>B</sub>	2,20 <sub>A</sub>
Ceniza	14,41	13,63	13,89	13,78

*Nota: las letras mayúsculas indican diferencias altamente significativas.*

➤ **Materia seca**



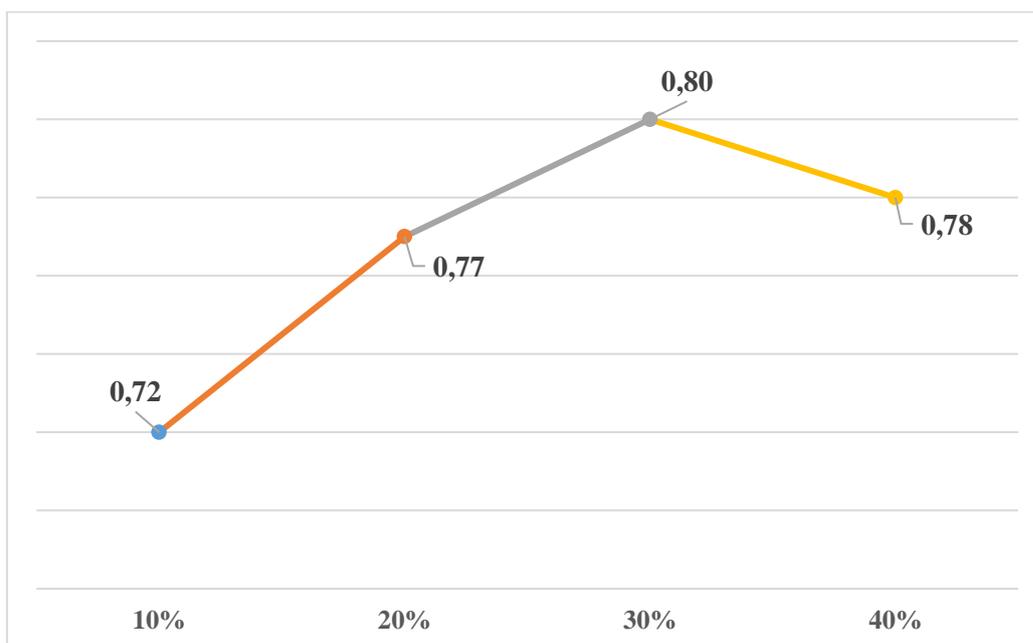
***Grafico 1. Nivel de materia seca (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.***

En la tabla n°7 y grafico n°1 se puede notar que a medida que aumenta el porcentaje de naranja en el ensilaje los valores de materia seca disminuyen de manera que se observa una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre las medias, tal como lo reporta Volanis et al. (2004; 2006), donde se tomaron muestras de MS antes y después de ensilar donde se visualizó una reducción de MS en las naranjas enteras, posiblemente debido a la fermentación.

Determinamos que el tratamiento más efectivo sería al 10 % el cual tiene un contenido de materia seca de 87.67% ya que a medida que aumenta el contenido de naranja en el ensilaje la materia seca va disminuyendo, debido a que la naranja tiene mucha humedad entonces es natural que disminuya la materia seca.

Ashbell y Weinberg (2001), y Alaniz (2008), mencionan que para considerar un ensilaje de buena calidad deben contener como mínimo entre el 30 al 35% de MS. Los valores inferiores pueden indicar ensilajes de bajo valor por liberación de nutrientes en los lixiviados.

## ➤ Nitrógeno



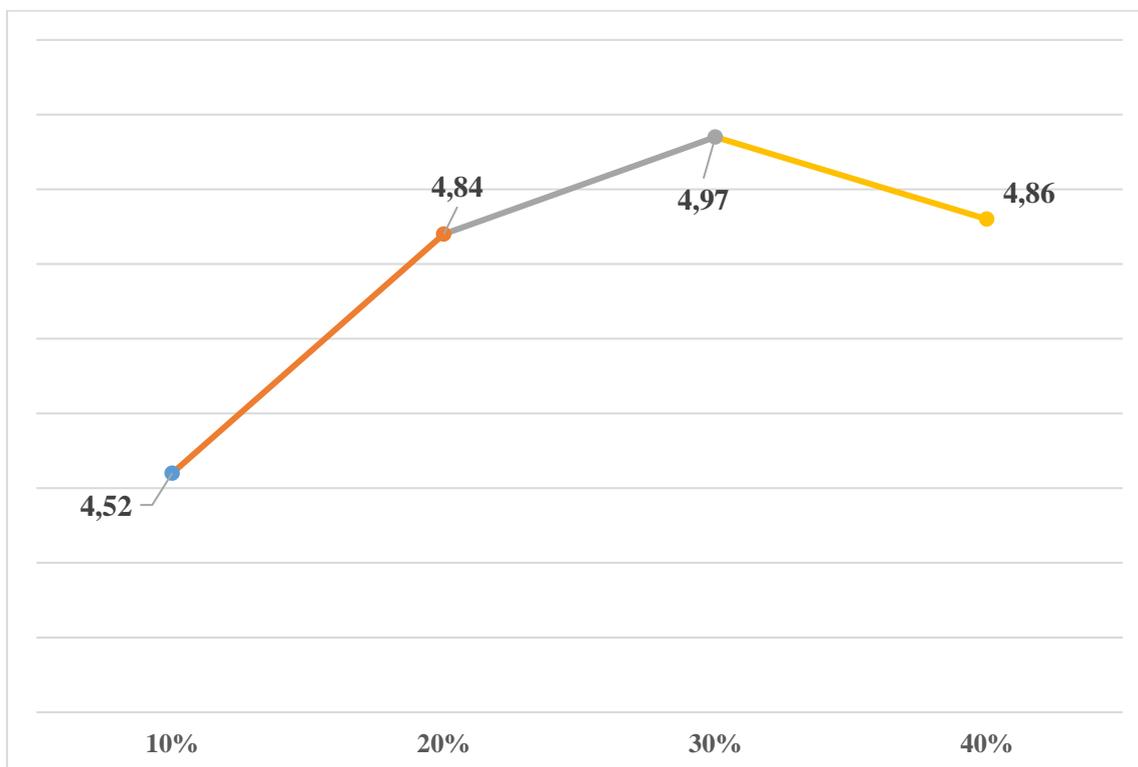
**Grafico 2. Nivel de nitrógeno (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.**

En la tabla n°7 y grafico 2. En relación al nitrógeno se observa una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre las medias, evidenciando que mientras la naranja aumenta en el ensilaje el contenido de nitrógeno también aumenta, se observa que, en el T1, T2, T3 aumenta de manera significativa en el T3 al 30% alcanza su punto máximo de nitrógeno (0.80), a partir del T4 al 40% el nitrógeno empieza a disminuir, siendo el tratamiento menos efectivo el T1(0.72).

En este caso, a pesar de haber agregado proteína por la inclusión de naranja se obtuvo una producción máxima de solo 0.80% nitrógeno entre los tratamientos, lo que indica que

se realizaron en forma adecuada atendiendo los principios de elaboración, al evitar la inclusión de aire y controlar la humedad durante el ensilaje. Esto coincide con lo expuesto por (Hiriart, 1998). Quien menciona que el nitrógeno al igual que el pH, pueden ser utilizados como indicadores de calidad de la fermentación y que un ensilaje de buena calidad puede tener como máximo 10% de nitrógeno si la cantidad es mayor a lo expuesto se considera de mala calidad.

## ➤ Proteína

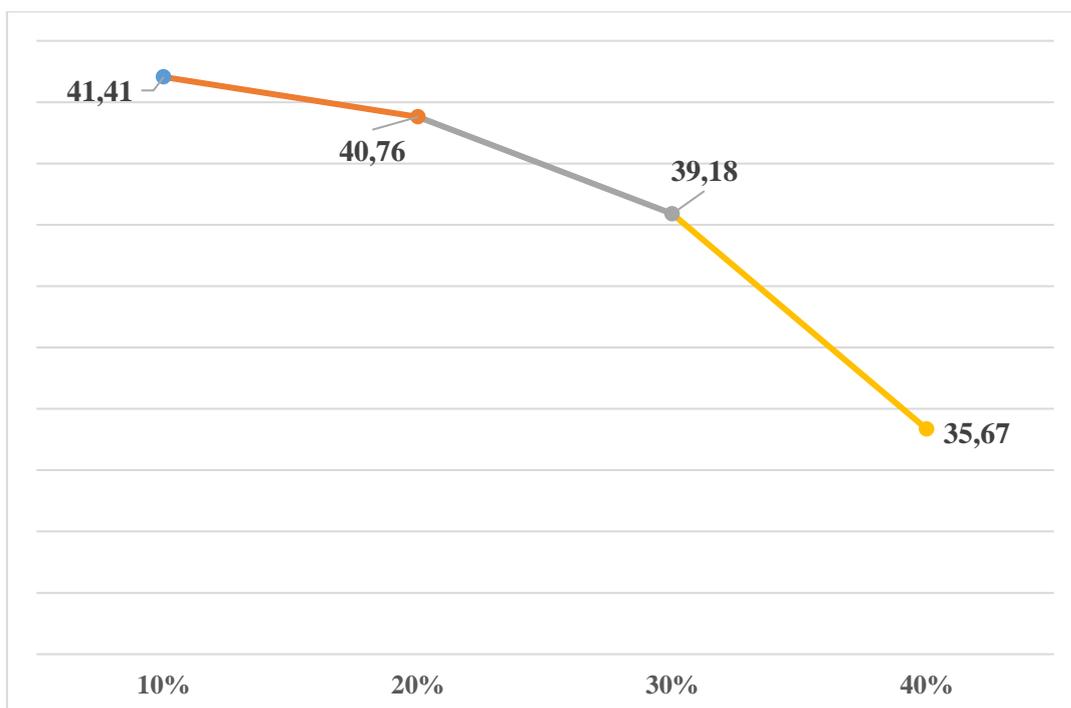


**Grafico 3. Nivel de proteína (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.**

En el tabla n°7 y grafico 3, se observa que, en relación a la proteína, se encontró diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre las medias, evidenciando que a mayor inclusión de naranja también aumenta el valor de la proteína, esto debido a la transformación de carbohidratos por acción de las bacterias presentes en el inóculo; esto difiere de lo encontrado por Jones et al. (2004) y López et al. (2008) quienes indicaron que la inclusión de las fuentes de carbohidratos en los ensilados de rastrojo de piña y maíz se correlacionó negativamente con el porcentaje de proteínas en el ensilado

Por otro lado, estos resultados del porcentaje de proteína del grafico 3 presentan diferencia estadística con el T3 a base de naranja en el que se encuentra un porcentaje de proteína cruda de 4.97%; menor que los resultados obtenidos por Bermúdez *et al* (2015) quien afirma que con ensilaje de frutos enteros de naranja se obtuvo 8,4 % de proteína bruta.

➤ **Fibra bruta**



**Grafico 4. Fibra bruta (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.**

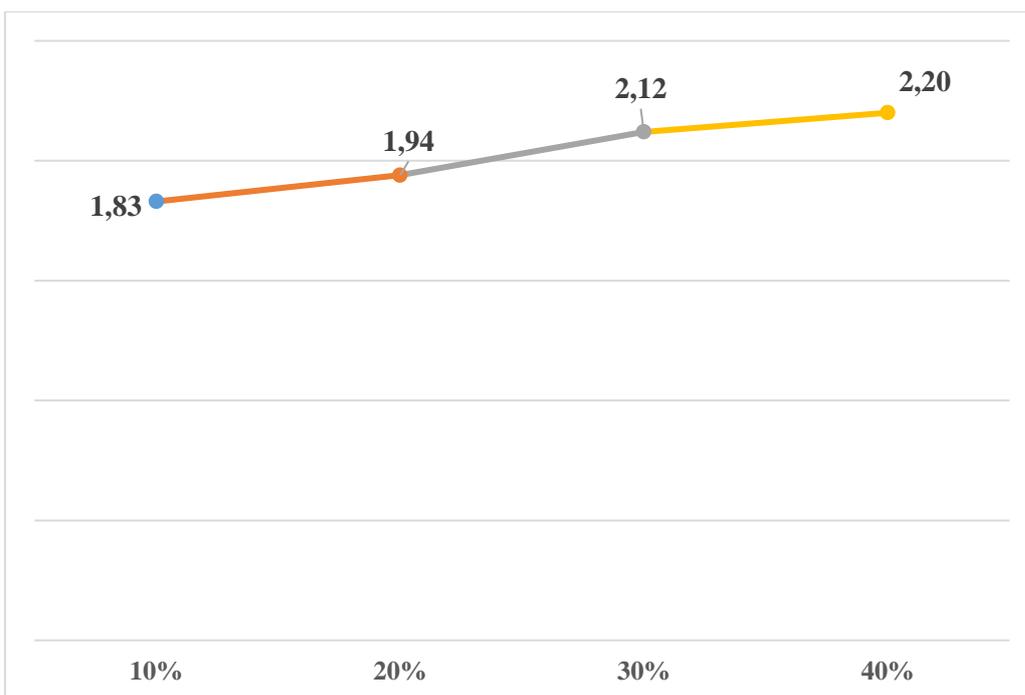
En el tabla n°7 y grafico 4, se encontró diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre las medias, los mayores valores fueron alcanzados por el T1 y T2, seguidos por los T3 y T4 con menores valores La fibra va disminuyendo a medida que aumentamos la inclusión de naranja en el ensilaje; lo que significa que la fibra de la paja de arroz, está representada por un mayor contenido de la pared celular: celulosa, hemicelulosa, y lignina; mientras que para la naranja hay menor porcentaje de fibra o carbohidratos estructurales, debido a que la mayor proporción de carbohidratos son solubles.

Podemos determinar que el tratamiento más efectivo es el T4 que tiene el menor porcentaje de fibra.

García *et al* (2016) menciona que este valor representa principalmente la celulosa y lignina; se relaciona con la fracción no digestible del ensilaje y se relaciona inversamente con la valoración del contenido energético del alimento; por su efecto en la digestibilidad. En consecuencia, al comportamiento de la fibra también disminuye a medida que se disminuye la inclusión de paja de arroz en la dieta.

García *et al* (2016), menciona para fibra por su relación con la baja digestibilidad; a medida que disminuye la fibra, va aumentando la digestibilidad de los tratamientos.

➤ GRASA

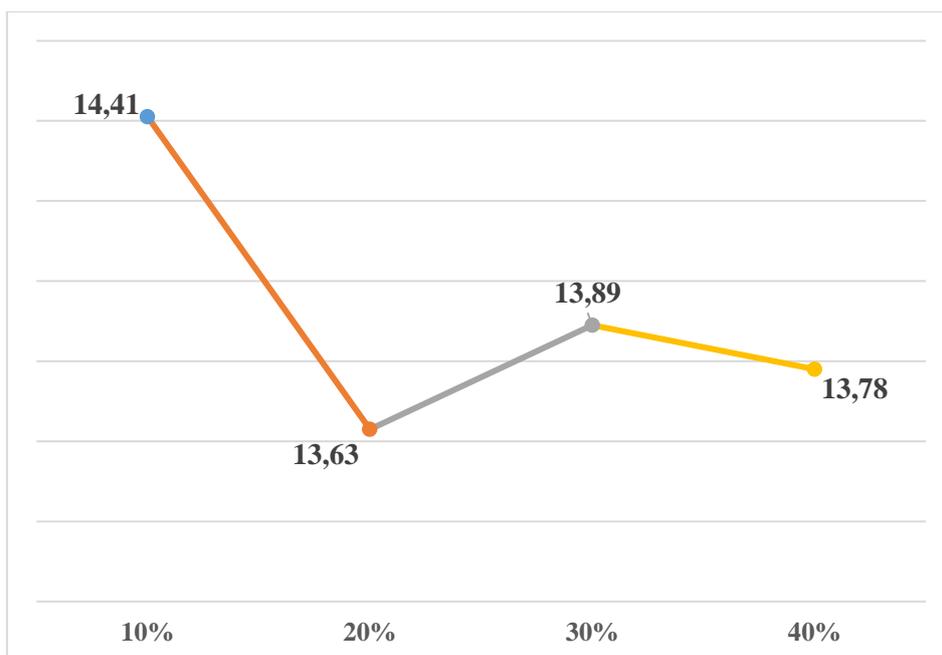


**Grafico 5. Nivel de grasa (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.**

En la tabla n°7 y grafico 5. se encontró que existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre las medias, encontrando mayor porcentaje de grasa en los tratamientos T3, T4, los cuales tienen mayor inclusión de naranja, en comparación con el T1 y T2 con una inclusión menor de naranja. A medida que incluimos más naranja al ensilaje aumenta de manera significativa el porcentaje de grasa. El resultado concuerda con lo reportado por Martínez et al (2015) quien encontró que el ensilaje de naranja presenta un bajo contenido de grasa, con valores de 0,17 – 1.73%.

López et al. (2008) “indicaron que al adicionar azúcar a diferentes concentraciones al ensilaje se mejora la concentración de carbohidratos y grasa”.

➤ Ceniza



**Grafico 6. Nivel de ceniza (%) en ensilaje de paja de arroz con diferentes niveles de naranja.**

En el cuadro n°7 y grafico 6, se observa que no hay diferencia significativa entre las medias y que la ceniza en el ensilaje de naranja con paja de arroz es la única que no tiene diferencias en la comparación de los promedios de los cuatro tratamientos, es decir, los tratamientos no influyen en el ensilaje con paja de arroz.

En relación a los resultados encontrados coinciden con los hallazgos realizados por Martínez et al (2015) quien determinó que el contenido de ceniza para la cascara de naranja en un 0,46% en base húmeda y en base seca en un 14%, también coinciden con Argamentaría et al., (1997), quien afirma que, si el porcentaje es alto, mayor del 15 %, es seguro que hubo contaminación con tierra.

Stephen (1984), quien menciona que no se encontraron diferencias significativas en el contenido de cenizas entre el testigo y el que recibió una fermentación de 42 días menciona que parte de los minerales pueden perderse por lixiviación, pero una gran proporción permanecerá inalterada o simplemente formará parte en alguna nueva combinación, y así continuará siendo de valor en la nutrición animal.

**Tabla 8. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ**

VALORACIÓN	CARACTERÍSTICA ORGANOLEPTICAS		
	olor	color	textura
1	Suave y agradable	Amarillo claro	No se pega en las manos mantiene su textura inicial
2	A miel azucarado de fruta madura	Verde claro	Es suave, por la presencia de más humedad se pega un poco en las manos
3	Agradable con ligero olor a vinagre	Verde oscuro	Blando, al presionar ligera humedad.
4	Fuerte, acido olor a vinagre,	Marrón oscuro, casi negro	Presencia de líquido.

**Tabla 9. VALORACION DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE CON DIFERENTES NIVELES DE NARANJA CON PAJA DE ARROZ**

TRATAMIENTO	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
	OLOR	COLOR	TEXTURA
T1	1	1	1
T2	1	1	1
T3	2	2	2
T4	3	3	2

En la tabla N°9 se observa que los tratamientos T1 Y T2 tiene la misma condición en cuanto a sus características organolépticas tiene olor suave y agradable, color amarillo claro, mantiene su textura inicial no se pega en las manos.

En cuanto al T3 tiene un olor a miel azucarado de fruta madura, color verde claro y una textura suave, por la presencia de más humedad se pega un poco en las manos

El T4 tiene un olor fuerte, agradable con ligero olor a vinagre, color verde oscuro y una textura suave presencia de líquido.

## V. CONCLUSIONES

Considerando los resultados expuestos y bajo las condiciones en el que se ejecutó el presente experimento, se concluye:

- La inclusión de niveles crecientes de naranja en el ensilaje con paja de arroz disminuye significativamente el contenido de materia seca y fibra ( $p < 0.01$ ) aumenta el contenido de nitrógeno, proteína y grasa ( $p < 0.01$ ), pero no tiene efecto sobre el contenido de cenizas.
- La inclusión de niveles crecientes de naranja produce un olor fresco, suave y agradable hasta el 30% niveles más altos tienen un olor ácido. En cuanto a color hasta el 30 % tiene color amarillo y verde claro, niveles más altos toman un color marrón. Sobre la textura hasta el 30 % mantienen su textura inicial, niveles más altos toman una consistencia muy suave debido a la presencia de mayor humedad.
- El nivel óptimo es el que corresponde al 30% de inclusión de naranja, ya que niveles más altos no aumentan la proteína.
- Características organolépticas

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar la producción de ensilaje con otros productos que se descartan en los centros de expendios y otros forrajes de baja calidad.
- Utilizar el ensilaje de paja de arroz hasta con 30% de naranja en la alimentación de rumiantes.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Alaniz, O. (2008). Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Regional Durango. Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental, p. 1-35.
- Bermúdez, J.A., Melo, E.P., Estrada, J. (2015). Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. Artículo de Investigación. Revista de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Caldas. Vol 9 No.2, p. 38-53.
- Betancourt, M.; I, González. y M, Martínez de Acuro (1998) Evaluación de la calidad de los ensilajes. En Revista Digital CENIAP HOY Número 8, mayo-agosto 2005. Maracay, Aragua, Venezuela. consultado, 15 febrero 2019. Disponible en:  
[http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/betancourt\\_m/betancourt\\_m.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/betancourt_m/betancourt_m.htm)
- Bertoia, L. M. 2004. Algunos conceptos sobre Ensilaje.  
<http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX3.htm>
- Contreras-Gevea, F y R, Muck. (2006). Inoculantes Microbiales para ensilaje. Focus on Forage - Vol 8: No. 4 [Accesado el 20 enero 2019]. Disponible en:  
<http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Microbial%20Inoculants%20for%20Silage-Espanol.pdf>
- Donald, A.S., Fenlon, D.R., & Seddon, B. 1995. The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. J. Appl. Bacteriol., 79: 141-148.
- Driehuis, F., & van Wixselaar, P.G. 1996. Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. p. 256-257, in: Jones et al., 1996, q.v.
- Fenlon, D.R., Wilson, J., & Weddell, J.R. 1989. The relationship between spoilage and *Listeria monocytogenes* contamination in bagged and wrapped big bale silage. Grass For. Sci., 44: 97-100.
- Frevel, H.-J., Engel, G., & Teuber, M. 1985. Schimmelpilze in Silage und Rohmilch. Milchwissenschaft, 40: 129-132.

- Garcia, A., Kalscheur, K., Tjardes, K. (2016). Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. College of Agriculture & Biological Sciences de SDSU. Disponible en <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4002.pdf>
- JONES, C.; A. HEINRICHS; G. ROTH & V. ISHLER. 2004. From harvest to feed: Understanding silage management. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. 2-11 pp.
- JONSSON, A. et al. Effect of additives on quality of big-bale silage. En: Animal Feed Science Technology. Vol. 31 (1990); p.139-155.
- Kaiser, E., & Weiss, K. 1997. Fermentation process during the ensiling of green forage low in nitrate. 2. Fermentation process after supplementation of nitrate, nitrite, lactic-acid bacteria and formic acid. Arch. Anim. Nutr., 50: 187-200.
- Lindgren, S., Petterson, K., Kaspersson, A., Jonsson, A., & Lingvall, P. 1985. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. J. Sci. Food Agr., 36: 765-774.
- LORIN E. HARRIS, 1970-Procedimiento para la descripción y análisis de las muestras y el registro de los datos en el formato de composición de alimentos – Universidad de Florida.
- LÓPEZ, M.; R WINGCHING & A. ROJAS. 2008. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). Agronomía Costarricense 33(1): 1-15. ISSN:0377-9424 / 2009. 15 pág.
- Martínez, J., Díaz, C.F., Martínez, L. (2015). Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaria a partir de harina de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) y mango (*Mangifera indica*). Universidad Santiago de Cali. Facultad de Ingeniería. Facultad de Ciencias Básicas. Revista Ingenium. Vol 9 No 26, p 11- 19.
- Mier, M.A (2009) Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Tesis presentada como requisito para optar al título de Master en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería ecológica e integrada. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Montería.
- Muñoz, A.M Blanco, T., Serván, K., Alvarado, C (2006). Evaluación del contenido nutricional de yacón (*Polimnia sonchifolia*) procedente de principales zonas de producción nacional. Revista Horizonte Médico. Volumen 6, N°2. p.69-73.

- Oude Elferink, S; F, Driehuis, J. C. Gottschal y S. F. Spoelstra. (2001). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Consultado, 3 marzo 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s04.htm>
- Queiroz, O. (2014). Aditivos Bacterianos Para ensilajes. (En Línea). Consultado, 11 de abr. 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.inta.gob.ar>
- Rodríguez, C. (1983). Ensilaje. En Revista Técnicas FONAIAP DIVULGA No 12. Setiembre-octubre. 1983.[Accesado el 20 de enero 2019]. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/index.htm>
- Romero, O. s.f. Conservación de Forrajes. (En Línea). CL. Consultado, 11 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www2.inia.cl>
- Stefanie, J, O. Elferink, F. Driehuis (2010). Estudio 2.0 - Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación consultado, 13 febrero 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/X8486S/x8486s04.htm>
- Stephen.J.W., Smith A.M. 1981. El ensilaje. Compañía Editorial Continental, S.A.C.V Mexico DF, traducción de la segunda edición en inglés. Pp 12-183.
- Vásquez, José. 2001 “El ensilaje de pulpa de naranja en el engorde de cordero.” Silage Production from seed to animal. Syracuse: NE Regional Agric. Eng. Service.
- Volanis, M.; Zoiopoulos, P.; Panagouand E. Et al. Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. Small Ruminant Research, v.64, p. 190-95, 2006

# ANEXOS

Tabla 10.

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de materia seca.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5853,499	3	1951,166	34,888	0.000
Dentro de grupos	2013,357	36	55,927		
Total	7866,856	39			

Tabla 11

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de materia seca.

Tratamientos de fibra bruta en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
40%	10	56.1620			
30%	10		64.8750		
20%	10			78.2040	
10%	10				87.6700
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 12

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de nitrógeno.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.030	3	0.010	29.649	0.000
Dentro de grupos	0.012	36	0.000		
Total	0.042	39			

Tabla 13

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de nitrógeno.

Tratamientos de nitrógeno en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
10%	10	0.7230		
20%	10		0.7770	
40%	10		0.7790	0.7790
30%	10			0.7950
Sig.		1.000	0.808	0.057

Tabla 14

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de proteína.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,140	3	0,380	29.874	0.000
Dentro de grupos	0,458	36	0.013		
Total	1,598	39			

Tabla 15.

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de proteína.

Tratamientos de proteína en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
10%	10	4.5190		
20%	10		4.8370	
40%	10		4.8640	
30%	10			4.9720
Sig.		1.000	0.596	1.000

Tabla16

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de fibra bruta.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	197,748	3	65,916	159.116	0.000
Dentro de grupos	14,914	36	0.414		
Total	212,662	39			

Tablas17

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de fibra bruta.

Tratamientos de fibra bruta en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
40%	10	35.6680			
30%	10		39.1800		
20%	10			40.7550	
10%	10				41.4120
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 18

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de ceniza.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,412	3	1,137	0.231	0.874
Dentro de grupos	176,935	36	4.915		
Total	180,347	39			

Tabla 19

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de ceniza.

Tratamientos de ceniza en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
20%	10	13.6320	
40%	10	13.7770	
30%	10	13.8910	
10%	10	14.4070	
Sig.		0.484	

Tabla 20

Nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de grasa.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,844	3	0,281	317.421	0.000
Dentro de grupos	0,032	36	0.001		
Total	0,875	39			

Tabla 21

Prueba de Duncan para el nivel de inclusión de naranjas sobre la calidad final del ensilaje con paja de arroz respecto a los tratamientos de grasa.

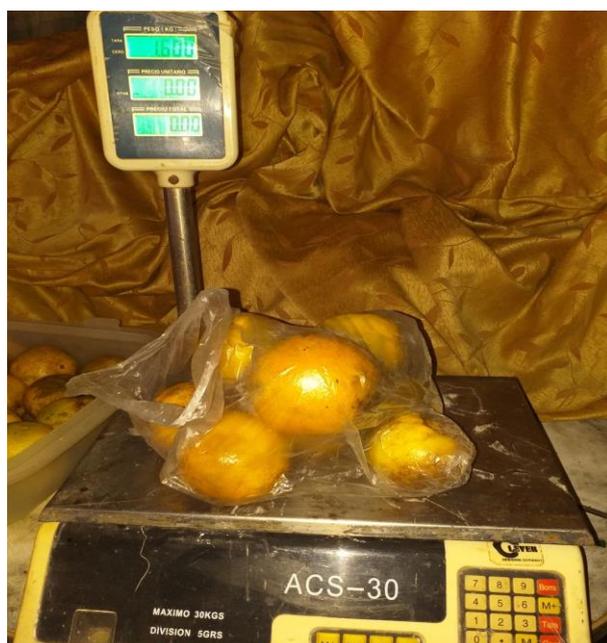
Tratamientos de grasa en ensilaje de naranja con paja de arroz	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10%	10	1,8260			
20%	10		1,9380		
30%	10			2,1150	
40%	10				2,1960
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000



Se observa aquí la paja después de haber sido llevada al molino para ser cortada a 1cm de tamaño



Las naranjas en estado de descomposición después de haber sido recolectadas del Complejo de Mercados y Centros de Servicios Moshoqueque



Empezamos a pesar por kilos tanto la paja de arroz como las naranjas.



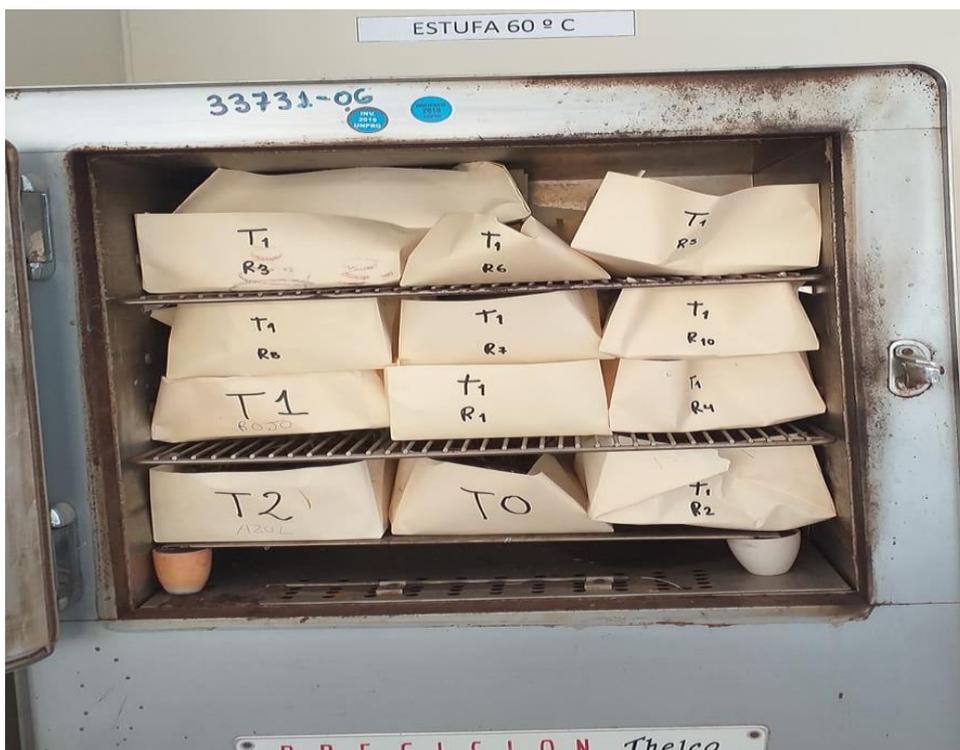
Trituración de las naranjas completas.



Mezclamos los insumos conforme cada tratamiento para luego ser ensiladas en los diferentes porcentajes.



Muestras llevadas al laboratorio para ser separadas en cada tratamiento lista para empezar análisis.



Muestras listas para los diferentes análisis.