



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ ALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
FILIAL CUTERVO**



**“ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA MARALFALFA  
(*Pennisetumsp*) ENSILADA CON MELAZA Y LACTOSUERO”**

**TESIS**

**Presentada a la Facultad de Ingeniería Zootecnia**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Autor:**

**Bachiller I.Z. WILSON AUDÍAS CUBAS DÁVILA**

**CUTERVO – PERU**

**2019**

**“ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA MARALFALFA (*Pennisetumsp*)  
ENSILADA CON MELAZA Y LACTOSUERO”**

TESIS

Presentada y aprobada ante el siguiente jurado

---

Ing. Segundo Bernal Rubio  
Presidente

---

Dr. Napoleón Corrales Rodríguez  
Secretario

---

Ing. Benito Bautista Espinoza  
Vocal

---

M. Sc. Enrique Lozano Alva  
Patrocinador

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Wilson Audías Cubas Dávila investigador principal, y Enrique G. Lozano Alva, asesor del trabajo de investigación “**ANÁLISIS SENSORIAL Y QUÍMICO DE LA MARALFALFA (*Pennisetumsp*) ENSILADA CON MELAZA Y LACTOSUERO**”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, Julio 22 del 2019

---

Wilson Audías Cubas Dávila  
Investigador

---

Enrique G. Lozano Alva  
Asesor

**DEDICATORIA:**

**A mis padres MARIA ELENA y ABDÍAS, por darme la vida.**

**Por guiar mis primeros pasos, señalarme el camino de la verdad, la honestidad, formarme en valores y enseñarme que sólo el trabajo dignifica a la persona y te hace útil a la sociedad**

**A mi esposa GLADIS AYDÉ y mi hijo KEVIN OMÁR**

**Por motivarme para alcanzar mi meta trazada: Ser profesional**

## **AGRADECIMIENTO:**

**Al Ing. E. Lozano Alva, Patrocinador, por su constante apoyo y estímulo para culminar exitosamente el presente estudio.**

**A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia por su amistad y sabias enseñanzas que han fortalecido mi capacidad como persona y profesionalmente.**

**A mis amigos: CLYDER NORBIL y JOHNATAN**

# INDICE GENERAL

	<b>Pág</b>
	<b>Pág.</b>
JURADO CALIFICADOR	i
ORIGINALIDAD	ii
ACTA DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
I. DISEÑO TEÓRICO.....	4
1.1. La maralfalfa. Taxonomía y generalidades del cultivo.....	4
1.2. Rendimiento y composición química.....	6
1.3. Estudios sobre ensilaje de maralfalfa.....	9
1.4. Definiciones de ensilaje y ensilado.....	11
1.5. La melaza como aditivo del ensilaje.....	16
1.6. El lactosuero como aditivo del ensilaje.....	18
II. MÉTODOS Y MATERIALES.....	
2.1. Metodología experimental.....	
2.1.1. Variables.....	
2.1.2. Procesamiento experimental.....	
2.1.3. Evaluación de parámetros organolépticos.....	
2.1.4. Picado de la maralfalfa.....	
2.1.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	
2.2. Materiales y equipos.....	
2.2.1. Lugar y duración del experimento.....	
2.2.2. Tratamientos experimentales.....	
2.2.3. Forraje en evaluación.....	
2.2.4. Aditivos para el ensilaje.....	
2.2.5. Otros materiales y equipos.....	
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
3.1. Materia seca del ensilado.....	
3.2. pH, pérdidas y análisis organoléptico del ensilado de maralfalfa.....	
3.3. Composición química de la avena forrajera ensilada.....	
IV. CONCLUSIONES .....	
V. RECOMENDACIONES.....	
BIBLIOGRAFÍA.....	
ANEXOS.....	

## INDICE DE CUADROS

N°	Pág.
1. Materia seca en maralfalfa (Pennisetunsp) ensilada con melaza y lactosuero, %.	
2. Pérdidas y pH del ensilado de maralfalfa, según tratamientos.....	
3. Análisis organoléptico del ensilado de maralfalfa, según aditivos.....	
4. Composición química de la maralfalfa ensilada, B.S., %.....	

## INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
1. Materia seca parcial en maralfalfa según aditivos al ensilaje; %.....	
2. Pérdidas de ensilado de maralfalfa, según nivel de aditivo.....	
3. pH de ensilado de maralfalfa, según aditivos.....	
4. Proteína cruda en ensilaje de maralfalfa, según aditivos.....	
5. Fibra cruda en ensilaje de maralfalfa, %.....	

## INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

N°	Pág.
1A. Análisis de varianza para contenido de materia seca según tratamientos.....	
2A Análisis de varianza para pérdidas de ensilado.....	
3A. Análisis de varianza para pH., según tratamientos.....	

## RESUMEN

El pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp), cosechado a una edad de 60 días de edad, oreado y picado fue ensilado con melaza y lactosuero, bajo un Diseño Completo al Azar, en los tratamientos: T<sub>0</sub>: Ensilaje de maralfalfa sin aditivos, T<sub>1</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin melaza y 1.5% de lactosuero, T<sub>2</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin melaza y 3.0% de lactosuero, T<sub>3</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin lactosuero y 2% de melaza, T<sub>4</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 1.5% de lactosuero y 2% de melaza, T<sub>5</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 3.0% de lactosuero y 2.0% de melaza, T<sub>6</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin lactosuero y 4% de melaza, T<sub>7</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 1.5% de lactosuero y 4% de melaza, T<sub>8</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 3.0% de lactosuero y 4.0% de melaza, en microsilos de tres kg, y mantenidos durante 30 días. La materia seca, promedio, según el nivel de melaza, fue 28.31, 24.92 y 26.76% para 0, 2 y 4%; 24.70, 27.28 y 27.83% en 0, 1.5 y 3.0% de lactosuero con diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) para los efectos principales. La pérdida de material ensilado, promedio, según el nivel de melaza, fue de 4.41, 3.11 y 5.29% (0, 2 y 4%); para lactosuero fue de 4.41, 3.76 y 4.81%. El pH, promedio, para melaza con 0, 2 y 4% fueron de 3.59, 3.40 y 3.32; para lactosuero con 0, 1.5 y 3.0% de 3.71, 3.36 y 3.33, respectivamente, con diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) para melaza, lactosuero y la interacción de ambos aditivos. Organolépticamente se alcanzaron calificativos, del color, de verde amarillento (bueno), en olor, predominó un olor agradable con ligero olor a vinagre (bueno), y la textura, se optó por darle el calificativo de excelente. El contenido, promedio, en proteína fue de 19.06, 18.87 y 20.11% en los niveles de 0, 1.5 y 3% de lactosuero; 15.98, 19.3 y 22.76% para los niveles de 0, 2 y 4% de melaza. La fibra cruda mostró valores de 46.82, 45.64 y 44.11% para los niveles de melaza y de 46.46, 44.43 y 45.71% en los niveles de lactosuero. En ese orden de aditivos, el extracto etéreo fue de 2.51, 2.58 y 3.67; 2.89, 2.89 y 2.97%, respectivamente y, las cenizas en el orden señalado de aditivos mostraron valores de 9.90, 8.88 y 8.06; 9.43, 8.55 y 8.87%.

Palabras claves: Maralfalfa, ensilaje, melaza, lactosuero



## ABSTRACT

The maralfalfa grass (*Pennisetum* sp), harvested at an age of 60 days, dried and chopped was silage with molasses and whey, under a Full Random Design, in the treatments: T0: Maralfalfa silage without additives, T1: Silage of maralfalfa, without molasses and 1.5% of whey, T2: Silage of maralfalfa, without molasses and 3.0% of whey, T3: Silage of maralfalfa, without whey and 2% of molasses, T4: Silage of maralfalfa, with 1.5% of whey and 2% molasses, T5: Maralfalfa silage, with 3.0% whey and 2.0% molasses, T6: Maralfalfa silage, without whey and 4% molasses, T7: Maralfalfa silage, with 1.5% whey and 4 Molasses%, T8: Maralfalfa silage, with 3.0% whey and 4.0% molasses, in three kg microsyls, and kept for 30 days. The dry matter, average, according to the level of molasses, was 28.31, 24.92 and 26.76% for 0, 2 and 4%; 24.70, 27.28 and 27.83% in 0, 1.5 and 3.0% of whey with statistical differences ( $p < 0.05$ ) for the main effects. The loss of silage material, average, according to the level of molasses, was 4.41, 3.11 and 5.29% (0, 2 and 4%); for whey, it was 4.41, 3.76 and 4.81%. The average pH for molasses with 0, 2 and 4% was 3.59, 3.40 and 3.32; for whey with 0, 1.5 and 3.0% of 3.71, 3.36 and 3.33, respectively, with statistical differences ( $p < 0.01$ ) for molasses, whey and the interaction of both additives. Organoleptically, the color, yellowish green (good), in smell, a pleasant smell with a slight smell of vinegar (good), and the texture were chosen, it was decided to give the qualifier excellent. The average protein content was 19.06, 18.87 and 20.11% at the levels of 0, 1.5 and 3% whey; 15.98, 19.3 and 22.76% for the levels of 0, 2 and 4% molasses. Crude fiber showed values of 46.82, 45.64 and 44.11% for molasses levels and 46.46, 44.43 and 45.71% in whey levels. In that order of additives, the ether extract was 2.51, 2.58 and 3.67; 2.89, 2.89 and 2.97%, respectively and, the ashes in the order indicated of additives showed values of 9.90, 8.88 and 8.06; 9.43, 8.55 and 8.87%.

Keywords: Maralfalfa, silage, molasses, whey

## INTRODUCCIÓN

La explotación vacuna en la sierra norte del país, caso de Cutervo, Cajamarca, tal como en la zona andina del país, se desarrolla bajo el sistema extensivo con predominancia de gramíneas naturalizadas, como el kikuyo, cuya producción como la de otros pastos predominantes en la zona están sujetos a una prolongada sequía, estiaje que se prolonga en la mayor parte del año con ausencia de lluvias para la producción de biomasa forrajera, y su secuela escasez de forrajes. Esta situación genera crisis alimentaria por muchos meses del año y cuya situación incide en mermad de la productividad de la leche y carne al no cubrir sus necesidades de nutrientes, afectando también los parámetros reproductivos y una alta mortalidad de animales jóvenes en su mayoría.

Conservar los forrajes para alimentar al ganado es una práctica importante, pero ausente en el medio geográfico del estudio, y que debería aplicarse en nuestros sistemas de producción de especies herbívoras ya que nos permitiría disminuir costos de producción al enfrentar las condiciones adversas del estiaje sobre la producción de biomasa forrajera. Este desafío para el ganadero conlleva a que debe contar con información validada por la vía de la investigación científica que debe realizar la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Filial Cutervo, y ponerla al servicio de los productores para que sean más eficientes en sus procesos productivos.

Cabe mencionar también que el cambio climático que venimos experimentando cada vez con mayor efecto negativo en el ecosistema trastoca las actividades agropecuarias en general y la ganadera en particular. Ello, también exige generar tecnologías que nos hagan cada vez menos dependientes de la producción forrajera cotidiana.

La buena producción que se viene logrando conlamaralfalfa, exitosamente introducida en la provincia de Cutervo, con alto rendimiento y adecuado valor nutritivo,es

una alternativa válida para cubrir las deficiencias de la disponibilidad y calidad de forrajes en la época seca, a través de su conservación como el ensilaje.

Son reiterativas las oscilaciones cíclicas en la producción forrajera por ser totalmente dependiente de la presencia de lluvias en pocos meses del año o el estiaje en la mayoría de los meses. Así, la disponibilidad de biomasa forrajera es deficiente y de hecho, se traslada a producciones de leche o ganancias de peso ínfimas que son pérdidas económicas que experimenta el productor. Frente a este panorama se plantea **..¿el ensilaje de maralfalfa con aditivos de melaza y lactosuero generarán un ensilado bien conservado, nutritivo y ser una alternativa a implementar en el medio?.** Anticipamos que la maralfalfa conservada con la técnica del ensilaje, y la adición de melaza y lactosuero producirá un ensilado con pérdidas mínimas, buena calidad y mejor valor nutritivo.

La adecuada adaptación y producción de la maralfalfa en condiciones de secano, observadas en cultivos del productor e instituciones relacionadas con el sector agropecuario (Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Filial Cutervo, Agencia Agraria de Cutervo), viene siendo un hecho alentador para mejorar el sistema productivo lechero. Los altos rendimientos que se han observado en este cultivo generan una sobre producción, madurez de la planta y que deja de ser utilizable para la alimentación animal. Pensando en contribuir para solucionar el problema de la falta de información sobre la conservación de forrajes para la alimentación del ganado, se lleva a cabo este estudio, con el propósito de crear una tecnología validada bajo nuestras condiciones y que se espera tenga la utilidad que de ésta se espera. Una alternativa es el ensilaje en bolsas plásticas, una práctica de menor costo y que está al alcance de pequeños y medianos ganaderos con bajos recursos económicos. De allí que se buscaron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ✓ Validar la metodología del microsilo como una técnica para caracterizar nutricionalmente y otras cualidades del silaje

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar los niveles adecuados de los dos aditivos, melaza, lactosuero, sobre los parámetros de evaluación del producto final (componentes químicos y otrasparámetros), luego de 30 días de ensilado de la maralfalfa.
- ✓ Establecer grados de correlación entre parámetros composicionales dentro de los tratamientos aplicados.

# I. DISEÑO TEÓRICO

## 1.1. La maralfalfa: Taxonomía y generalidades del cultivo

Se refiere, en contradicción con otras referencias, la siguiente taxonomía:

REINO	: Vegetal
CLASE	: Angiosperma
SUBCLASE	: Monocotiledóneas
ORDEN	: Glumifloras
FAMILIA	: Gramínea
GENERO	: Pennisetum
ESPECIE	: Híbrido
NOMBRE CIENTÍFICO	: <i>Pennisetumsp</i>
NOMBRE COMÚN	: Maralfalfa

Según **TERRANOVA (1,995)**.

Mencionan que este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje de *Pennisetumamericanum*, con el alto rendimiento de materia seca del *PennisetumPurpureumSchum*. La maralfalfa es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se han utilizado Colchinina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil (**HANNA et al., 1984**).

El origen del pasto Maralfalfa (*Pennisetumsp*) ha sido puesto en duda. Podría corresponder a un *Pennisetumhybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda y que fue el resultado de la hibridación del *Pennisetumamericanum* (L.) Leeke con

el *P. purpureum* Schum. Este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje del *Pennisetum americanum* (L.) con el alto rendimiento de materia seca del *P. purpureum* Schum. Este híbrido, sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil. (CORREA et al. 2002). La misma fuente cita que muestras del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia), fueron analizadas por Sánchez y Pérez (comunicación personal) en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como *Pennisetum violaceum* (Lam.) y su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales.

Es un cultivo perenne con una alta capacidad de producción de forraje de buena calidad nutricional y que al tratarse de un pasto de corte, permite incrementar la producción/ hectárea. Por su sabor dulce (alto nivel de carbohidratos) es muy apreciable tanto para ganado bovino como para caprino, ovino, equino y porcino, mismos que pueden ser alimentados con este forraje ya sea verde picado, seco molido o ensilado (RAMÍREZ, 2003).

Al pasto maralfalfa se le asigna un origen colombiano, mejorado por el sistema químico – biológico (SQB), desarrollado por el sacerdote jesuita José Bernal Restrepo, biólogo genetista. Para el efecto se realizó el cruce del pasto elefante (Napier, *Pennisetum clpurpureum*) originario del África y la grama (*Paspalum macropilum*) originando la variedad que denominó “Gramalfante”; utilizando el mismo sistema cruzó los pastos gramalfante y el pasto llamado Guarataca (*Axonopus purpusi*), obteniendo la variedad que denominó “Maravilla” o “Gramatara”. De allí bajo el mismo sistema, cruzó dicho pasto con la alfalfa peruana (*Medicago sativa*, Linn), con el pasto brasilero (*Phalaris azudinacea*) denominando al pasto resultante como “Maralfalfa”. Las ventajas del pasto maralfalfa es que posee un amplio rango de adaptación a diferentes suelos y pisos térmicos (0 – 2600 msnm), posee un alto nivel de proteínas (cerca de 17.2%), alto nivel de

carbohidratos (azúcares) que lo hacen muy apetecible, es tan suave como los pastos gordura y honduras, supera en muchos casos en un 25% el crecimiento de pastos como el King grass, morado, elefante, etc., alta resistencia a la sequía y excesos de agua, produce entre 200 y 400 tm/ha (**GOMEZ et al., 2006**).

## **1.2. Rendimiento y composición química**

Para la maralfalfa se cita los siguientes contenidos: a los 7 y 70 días de edad de corte, materia seca de 9.2 y 20.28%, rendimiento en materia seca de 0.34 y 14.86 tm/ha, un aporte proteico de 23.36 y 7.40%, FDN de 50.35 y 69.79%, respectivamente (**GONZALES, s.f.**)

Se reporta el siguiente análisis de laboratorio para la maralfalfa: humedad 79.33%, cenizas 13.5%, fibra 53.33%, grasa 2.1%, carbohidratos Solubles 12.2%, proteínas Crudas 16.25%, nitrógeno 2.6%, calcio 0.8%, magnesio 0.29%, fósforo 0.33%, potasio 3.38%, proteínas Digeribles 7.49% y Total Nitrógeno Digerible 63.53. El mismo autor señala que en suelos Arcillosos a Franco – Arenoso, en un clima relativamente seco, con PH de 4,5 a 5, con una altitud aproximada de 1.750 m.s.n.m. y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 45 días con una producción promedio de 28.5 kilos por m<sup>2</sup>, es decir 285 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2.50 m. y los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10% de espigamiento (**AVILA (2004)**).

Evaluando la composición química en maralfalfa, fertilizado y sin fertilización encontró valores para MS (11.79 y 12.11%), proteína cruda (18.41 y 22.05%), EE (2.90 y 3.40%), FDN (56 y 53.9%), FDA (37.96 y 35.8%), FDN:FDA (1.49 y 1.49), (7.26 y 9.21), PCIDA (4.01 Y 6.36), LIG. (7.27 Y 6.36), CNF (23.95 y 19.80%), según **CORREA (2005)**.

En maralfalfa menciona datos sobre: Altura de planta (3,64 m), peso de planta (1774,06 g), número de hojas (17,90), longitud de hojas (125,65 cm), ancho de hojas (4,20 cm), peso de hojas (297,97 g), diámetro de tallo (1,92 cm), peso de tallo (875,54 g),

relación hoja - tallo (0,34), producción biomasa (18,74). De acuerdo con los análisis realizados por el laboratorio Clonar Ltda., los resultados son los siguientes: Humedad 79.33% Cenizas 13.5% Fibra 53.33% Grasa 2.1% Carbohidratos solubles 12.2% Proteínas crudas 16,25% Nitrógeno 2.6% Calcio 0.8% Magnesio 0.29% Fósforo 0.33% Potasio 3.38%(**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, 2006**).

Otro estudio reporta para maralfalfa contenidos de 2,51 Kcal/gMS para la ED; 2,06 Kcal/g MS para la EM; 1,26 Kcal/g MS para la ENL; 64.52% de NDT. El valor nutricional de la maralfalfa se encuentra sobre otras gramíneas utilizadas para la alimentación de animales, pero por debajo de la alfalfa, más, el contenido de energía de la maralfalfa es mayor que el de la alfalfa, si comparamos la cantidad de energía aportada por cada una por hectárea/año (**SOSA et al., 2006**).

Otros, citan para maralfalfa contenidos en nitrógeno total de 2.38, 1.73 y 1.26; CNE de 13.5, 17.6 y 19.9%; NS/NT de 10, 63 y 51%; IVDMS de 62.45, 55.75 y 52.10%; CPC de 55.60, 59.55 y 62.95%, lignina de 6.1, 6.7 y 7.4% para defoliaciones según frecuencias de corte a las 3, 6 y 9 semanas. Este estudio indica que la calidad del pasto maralfalfa es afectada negativamente a medida que avanza la madurez de la planta lo cual puede ser debido a incrementos en la acumulación de material muerto en el perfil de la planta y la lignificación de las paredes celulares. Esto sugiere que el pasto maralfalfa debe ser cosechado alrededor de las seis semanas de crecimiento de manera de optimizar su valor nutritivo (**CLAVERO y RAZZ, 2008**).

Otra cita da composición química a los 60 y 90 días: Humedad 82.60% 77.22%, Materia Seca 17.40% y 22.72%, Proteína Cruda 15.68% y 11.92%, Extracto Etéreo 1.66% y 1.51%, Fibra Cruda 42.18% y 44.03%, Cenizas 11.30% y 10.89%, Materia orgánica 88.70% y 89.11%, FDN 52.29% y 53.78%, FDA 32.14% y 35.09%, en forma respectiva (**ANDRADE, 2009**).

En la instalación de un cultivo de maralfalfa, México, cita los rendimientos promedio de 95.33, 90.67, 71.33, 84.00 y 88.67 tm/ha para el 1, 2, 3, 4 y 5 corte,



respectivamente. El resultado obtenido del Análisis Bromatológico realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FMVZ-UMSNH, cosechada la edad de 75 días fue: Humedad 82.7%, materia seca 17.3%, Extracto Etéreo (Grasa) 1.64%, Fibra Cruda 17.08%, Proteína Cruda 20.78% y Cenizas (minerales) 17.01% (**MORENO (2013)**).

En la zona del presente estudio se han realizado algunos trabajos en maralfalfa y que muestran las ventajas con que contaría el ganadero. Cultivares de maralfalfa conducidos en zona media (Yacuchingana), baja (Yatún) y alta (Mochadín), fueron evaluados en su contenido de materia seca, atributos agronómicos de la planta y rendimientos de materia verde y materia seca. El contenido de materia seca parcial fue de 29.94, 39.59 y 42.62% en el, orden indicado de lugares, con diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) de altura baja y alta con respecto a la media. La altura de planta fue de 2.307 (Yacuchingana), 2.508 (Yatún) y 2.556 m en Mochadín. En ese mismo orden se halló diámetro de tallo de 1.164, 1.065 y 1.042 cm; largo de hoja de 0.589, 0.802 y 0.646 m; ancho de hoja de 1.945, 2.150 y 1.435 cm con diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) de Yatún y Yacuchingana con Mochadín; El número de hojas por tallo fue de 22.90, 17.73 y 20.17 hojas. La proporción hoja:tallo fue de 25.28:72.72 en Yacuchingana, 32.04:67.96 en Yatún y, 31.19:68.81 en Mochadín. Se hallaron macollos por corona de 20.9, 18.6 y 18.8 en los lugares mencionados. Los rendimientos de materia verde y materia seca encontrados fueron de 119.1 (Yacuchingana), 124.7 (Yatún) y, 70.8 tm/ha/corte en Mochadín, con diferencias altamente significativas de Yatún y Yacuchingana con referencia a Mochadín, en tanto que en materia seca se determinaron rendimientos de 35.652, 51.982 y 30.668 tm/ha/corte con misma diferencia estadística que para materia verde. Se halló correlaciones de altura de planta con las siguientes observaciones: diámetro de tallo (0.45) vs, número de hojas/tallo (0.44) y, la relación hoja:tallo. Correlaciones altamente significativas entre largo de hojas vs. Ancho de hoja (0.66), vs. Relación hoja:tallo (0.57), significativas con rendimiento de materia verde (0.39 y 0.61). Hubieron correlaciones altamente significativas entre ancho de hoja vs relación hoja:tallo (-0.57); correlaciones entre ancho de hoja vs rendimiento de materia verde (0.43) y rendimiento de materia seca (0.38). Es importante la correlación entre hoja:tallo vs. Tallo:hoja, con una correlación casi perfecta y altamente significativa

(0.98), con los rendimientos de materia verde (-0.37) y materia seca (-0.44); correlación de la proporción tallo:hoja con rendimientos de materia verde (0.42) y materia seca (0.46). Correlación altamente significativa (0.90) entre rendimiento de materia verde vs rendimiento de materia seca (**TORO, 2015**).

También, Cultivares de maralfalfa instalados en sector de Yacuchingana y el Valle Condaybajo, ambos a una altitud de aproximadamente 2649 msnm, cultivos de secano, fueron evaluados en su contenido de materia seca (TCO), atributos agronómicos de la planta, rendimientos de forraje verde y materia seca, composición química. El contenido de materia seca, TCO, fue de 28.49 y 29.89% en el orden indicado de cortes, sin diferencias significativas. La altura de planta fue de 1.485 y 2.093 m. En ese mismo orden se halló diámetro de tallo de 1.20 y 1.10cm; largo de hoja de 0.572 y 0.544 m; ancho de hoja de 2.29 y 2.05 cm. El número de hojas por tallo fue de 14.67 y 14.20. La proporción hoja:tallo fue de 38:56:61.44 y 31.19:68.81; se hallaron macollos por corona de 16.70 y 18.6 al corte de instalación y a los 60 días, respectivamente. Los rendimientos de forraje verde y materia seca encontrados fueron de 82.250 con 25.384 al corte de instalación y de 119.1 con 38.683 TM/ha, en el corte a los 60 días, con diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), para ambas evaluaciones. El contenido de proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta (BS), fue de 14.76, 11.37, 2.27 y 21.89% al corte de instalación y de 13.30, 10.80, 2.32 y 23.43% a los 60 días. Se halló correlaciones positivas, significativas, de altura de planta (AP) con número de hojas/tallo (0.83) y con la relación hoja:tallo (H:T), de (0.63); del diámetro de tallo (DIA) con ancho de hoja (AH), de 0.70 y negativa con número de hojas/tallo (H/T) de -0.78 y con relación hoja:tallo (H:T) de -0.63. También hay una correlación significativa, positiva, del número de hojas/tallo (H/T) con la relación hoja:tallo (H:T) de 0.85 (**CORONEL, 2015**).

### **1.3. Estudios sobre ensilajes de maralfalfa.**

El ensilado se realiza cuando la planta en pie tiene un 28% de materia seca (MS) o lo que es lo mismo, un 72% de humedad. El picado también es para obtener partículas de

media pulgada y las técnicas de adecuado ensilaje son las mismas que para el cultivo de maíz, es decir un perfecto apisonado y nula presencia de oxígeno después de tapar con plástico. El ensilado de Maralfalfa se usa principalmente como parte de una dieta integral húmeda, es decir, se adicionan otros ingredientes como granos, para balancear la dieta y cubrir los requerimientos nutritivos. También se puede usar a libre acceso (**DURÁN y PARDO, 2007**).

En un estudio sobre el empleo de yuca fresca en el ensilaje de maralfalfase puede afirmar que la inclusión de yuca al 15% mejora la calidad del ensilaje de maralfalfa, principalmente por el contenido de proteína bruta aceptable, reducción en los contenidos de FDA, FDN y lignina y un pH adecuado para la fermentación y conservación. Además de presentar excelentes características organolépticas y mayor aceptabilidad por parte de los animales (**MAZA et al., 2010**).

En otro estudio para identificar la mejor época de corte para ensilado del pasto Maralfalfa (*Pennisetumsp.*) mediante la utilización de tres microsilos en edades de cortes diferentes y realizando el análisis bromatológico y Van Soest para obtener los valores químicos, para obtener la edad ideal de corte y poder ensilar, se recolectó el pasto Maralfalfa a tres edades diferentes: 30, 45, y 60 días de postsiembra y se colocaron en microsilos. Los resultados muestran que la Maralfalfa a 45 días conserva la mayor cantidad de proteína cruda (10 %) y además tiene una adecuada cantidad de FDN (61.7 %), la grasa (13 %) y la materia seca (15.7 %); esto indica que a esta edad contiene un valor nutritivo idóneo para la alimentación de los rumiantes; concluyendo que la edad ideal para cortar y poder ensilar el pasto Maralfalfa (*Pennisetumsp.*) en el norte de México es a los 45 días postsiembra (**HERNÁNDEZ et al., 2011**).

El uso de aditivos promueve cambios en las características químicas y estructurales del forraje durante el periodo de ensilado. Recientes estudios han mostrado que la vinaza de caña puede aprovecharse como aditivo y servir como una fuente importante de sustratos que faciliten la hidrólisis de los componentes estructurales de la pared celular vegetal,

aumentando la degradabilidad de la MS. En tal sentido, al evaluar la cinética de la degradabilidad in vitro del ensilaje de Maralfalfa elaborado con diferentes niveles de inclusión (3%, 6% y 9% por kg/FV) y concentración (20%, 30% y 40% de MS, respectivamente) de vinaza de caña, y se halló que la inclusión de vinaza aumentó la degradabilidad in vitro de la MS con respecto al control (59,1% versus 51,8% a las 72 h, respectivamente (**VARGAS et al., 2015**)).

#### **1.4. Definiciones y conceptos de ensilaje y ensilado**

Cita al ensilaje como el proceso que consiste en depositar el forraje con su humedad natural o con humedad suficiente por pre-desechado, en unos reservorios especiales (silos) para producir fermentación anaerobia (en ausencia de aire), al abrigo de la luz y de la humedad exterior y el producto obtenido es el ensilado (**MAYTA, s.f.**).

El autor sostiene que la glucosa y la fructosa son dos monosacáridos de uso inmediato y son los más importantes en gramíneas (Concentraciones de 10-30 g/kg MS). En cambio la sacarosa y los fructosanos tienen que pasar por hidrólisis para poder ser aprovechados por los microorganismos responsables de la fermentación (**Mc DONALD, 1981**).

También existe el concepto que el material verde ensilado puede ser fácilmente alterado por los microorganismos epifíticos si no cumplen los requisitos para su conservación, el apisonamiento no correcto permitiendo cámaras de aire, así como la presencia de partículas térreas que ocasionan en el material troceado un aumento de microorganismos que pudren la masa verde, dando olores y sabores indeseables para el consumo de los animales, además de las considerables pérdidas de un volumen de alimento; se destacan especies de bacterias proteolíticas causantes de la desaminación y otros productores de ácido butírico es característico observar presencia de mohos y coloración oscura en el material alterando sus propiedades organolépticas (**GARCÍA, 1986**).

Ellos hacen notar que los carbohidratos no estructurales (o fácilmente fermentables) de la planta constituyen el sustrato nutricional del cual depende primordialmente la acción de la microflora fermentativa del forraje. En consecuencia, en la medida en que el contenido de azúcares del forraje sea mayor, más rápido y eficiente será el proceso de ensilado (**WERNLY y HARGREAVES, 1988**).

Otros autores resaltan que el principio fundamental de la conservación de forrajes ensilados es lograr rápidamente una disminución del pH a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas y el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo (**WOOLFORD, 1990**) y que cuando el deterioro aeróbico tiene lugar, hay cambios en los parámetros químicos del forraje ensilado donde el pH tiende a aumentar, el amoníaco y las aminos se acumulan, y los niveles de ácidos orgánicos tienden a disminuir (**JOHNSON, 1989**).

Explica que consiste en cortar el forraje y dejarlo secar en el terreno por 24 a 48 horas, para luego recolectarlo y ensilarlo con menor contenido de humedad. El aumento en el nivel de materia seca se traduce en una mayor concentración de carbohidratos solubles y en una disminución de la capacidad tampón, todo lo cual es favorable para obtener una mejor fermentación. Además, se reducen las pérdidas totales de materia seca en el silo, mejorando en la mayoría de los casos su valor nutritivo (**KLEIN, 1991**).

Se especifica que los factores que influyen en la calidad del ensilaje se pueden separar en dos grandes grupos; por un lado se tiene todo lo relacionado con la técnica del ensilado y por el otro, lo concerniente al material original utilizado. Dentro de este último grupo encontramos dos factores que son especialmente determinantes en el resultado del ensilaje. Primero la composición química del forraje al momento del corte, y en segundo lugar la aptitud fermentativa del forraje (**LATRILLE, 1991**).

En otro enfoque, hacen notar que el forraje que se ensila experimenta una serie de transformaciones como consecuencia de la acción de las enzimas de la planta y de los microorganismos presentes en la superficie foliar o que puedan incorporarse

voluntariamente (aditivos) o accidentalmente (contaminación con suelo o similar). Las enzimas actúan sobre procesos respiratorios y sobre la descomposición de glúcidos y proteínas. Al principio el forraje en el silo continúa respirando, absorbiendo oxígeno y liberando anhídrido carbónico, con desprendimiento de calor. Esta respiración ocasiona una pérdida de materia seca muy digestible y sobre todo reduce el contenido de azúcares de la planta, perjudicando la actuación posterior de la flora láctica que no podría encontrar suficiente cantidad de hidratos de carbono para garantizar una suficiente acumulación de ácido láctico. Por ello, es conveniente llenar y cerrar lo más rápidamente el silo. El aire aprisionado en el interior de un silo es desprovisto de oxígeno en menos de 12 horas, produciéndose un ligero aumento de la temperatura de la masa ensilada de 3 a 5 °C (CAÑEQUE y SANCHA, 1998).

Una fuente cree que el silaje es considerado una técnica de conservación de forraje por condiciones húmedas a diferencia de la henificación (fardo o rollo) en que la conservación del material se produce a partir de un deshidratado previo, estableciendo un ambiente óptimo para el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos, en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). Ensilar en estas condiciones producen pérdidas (de efluentes, escurrimiento de líquidos, destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS); por ello y en la medida que esas fases químicas y biológicas, se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el instante oportuno, tamaño del picado adecuado y compactación rápida, sellado hermético del ensilaje etc.), se puede lograr un material ensilado con una calidad nutricional que es ligeramente inferior al cultivo verde antes de ensilar (FERNÁNDEZ, 1999).

El asevera que normalmente el contenido de CHOS se indica como porcentaje de la materia verde, ya que se considera una medida más útil al indicar la concentración de ellos en el forraje al momento de ser ensilado. En general, se ha estimado que el contenido de CHOS requeridos para lograr un pH estable es significativamente mayor en leguminosas que en gramíneas y en forrajes con un menor contenido de materia seca (BALOCCHI, 1999).

La cita dice que el ensilaje es un método de conservación de forrajes en el que se inhibe el crecimiento de microorganismos degradadores de la materia orgánica, preservados con ácidos, sean estos agregados o producidos en un proceso de fermentación natural, llevado a un depósito de dimensiones y forma variable denominado silo, en el que se dispone en capas uniformes eliminando el aire mediante compresión y cubriéndolo finalmente (**MANNETJE, 2001**).

Describen que el ensilado es el material producido por una fermentación anaeróbica controlada con elevado porcentaje de humedad. Hay producción de ácidos orgánicos, especialmente el ácido láctico, por bacterias que crecen en medio anaeróbico. Muchos factores intervienen en la realización de un ensilaje palatable de alto valor nutritivo: % MS del forraje antes de ser colocado en el silo, composición en el momento del corte, actividad de las enzimas de la planta, presencia de aire, tipo de microorganismos presentes y su desarrollo, producción de ácidos y bases orgánicos, acidez apropiada. En 4 días habrá cientos de millones de bacterias lácticas por gramo de ensilaje. Las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles produciendo secuencialmente distintos ácidos, los que reducirán el pH a 4-4.2, punto en el cual la acidez inhibirá otras fermentaciones. El nivel de ácido láctico en un ensilaje bien preservado está alrededor del 8 %. La calidad del producto final estará dada por el nivel de humedad y la temperatura durante la fermentación (**PARSY et al., 2001**).

Advirtieron sobre el efecto de la entrada de aire al ensilado, ya que el oxígeno promueve la actividad de microorganismos deteriorantes y reductores de los azúcares solubles y ácidos orgánicos, resultando en un incremento del pH y disminución en la digestibilidad y contenido de energía. En consecuencia, los ensilajes deteriorados pueden conducir a pérdidas económicas elevadas y bajo desempeño productivo en los animales (**JOBIM y GONÇALVES, 2003**).

Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño

de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDN, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje (**GALLARDO, 2003**).

Un silaje de calidad se obtiene cuando el ácido láctico es el predominante debido a que las bacterias formadoras de este ácido son las más eficientes, por consumir sólo el 4% del total de los carbohidratos solubles que posee la planta. Este ácido también es el que provoca el rápido descenso del pH, considerando que mientras más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se habrán conservado. Un detalle no menor, es tener en cuenta que cuando se habla de los hidratos de carbono, que son la "materia prima" para la fermentación, nos referimos a los hidratos de carbono solubles y en ningún momento se consideran los hidratos de carbono estructurales (celulosa, hemicelulosa), ni los complejos como el almidón. El contenido de grano no tiene nada que ver con los procesos fermentativos (**BRAGACHINI et al., 2008**).

Expone que se diferencian tres fases en el proceso: la fase aeróbica que comprende los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire; la fase anaeróbica o periodo real de fermentación, corresponde a los cambios de la masa forrajera después de eliminar el aire, y la fase de alimentación o vaciado que se inicia después de la apertura del silo. A continuación se describe ampliamente que procesos ocurre en cada una de las fases (**MATTA, 2008**).

Este autor hace notar que los microorganismos usan los carbohidratos hidrosolubles como la principal fuente de energía para su crecimiento. Los principales son la fructosa, sacarosa y fructosanos. El bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles del forraje pueden limitar las condiciones de la fermentación. Bajo esta condición el pH no baja como para llegar al estado de conservación. Normalmente se requiere un mínimo de 6 a 12% de carbohidratos hidrosolubles sobre materia seca, para una apropiada fermentación en el ensilaje. Complementa que cuando un material pese a su buena calidad, no contiene cantidades suficientes de azúcares es necesario añadirle melaza o alguna otra fuente de azúcares que faciliten su fermentación (**ALANIZ, 2008**).



Describen que las siguientes características organolépticas se asocian con ensilajes de alta calidad: El **olor** aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico. La presencia de olores a húmedo (indicativo de la presencia de moho), a vinagre (ácido acético), a orines (amoníaco), a mantequilla rancia (ácido butírico); el **color** final debe ser entre verduzco y café claro; la **textura** del ensilaje debe ser firme, es decir no debe deshacerse al presionar con los dedos (**REYES et al., 2009**).

Para el tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales precauciones para ensilar forrajes. Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedarse bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente. Pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje (**VIEIRA DA CUNHA, 2009**).

### **1.5. La melaza como aditivo del ensilaje**

Al suplir melaza de caña a razón de 3 por ciento (peso w/w, base fresca) al forraje de pasto elefante (12,9 % MS, 6,6 % CHS) se obtuvo un ensilaje con una calidad de fermentación relativamente buena, pero reduciendo la recuperación de nutrientes del ensilaje, comparado con los valores de ensilaje proveniente de forraje tratado con ácido fórmico (Boin, 1975). La misma dosis de melaza también produjo un aumento en la digestibilidad de MS *in vitro* para forraje de pasto elefante ensilado a 51, 96 y 121 días de crecimiento vegetativo (**SILVEIRA et al., 1973**).

Sin embargo, considera que el hecho de suplir azúcar no es suficiente para permitir que pueda competir exitosamente con otros componentes de la microflora del ensilaje y asegurar una buena preservación. Incluso, bajo condiciones de alta humedad, la melaza puede también inducir un deterioro clostridial, especialmente en forrajes muy enlodados (**WOOLFORD, 1984**).

Forraje de pasto Guinea (*Panicum maximum*) con 4 y 8 semanas de crecimiento (18,6 % MS y 26,5 % MS, respectivamente) fue ensilado solo o con 4 por ciento de melaza usando silos de laboratorio de 400 g. Los valores para pH variaron entre 4,4 a 5,4 y 4,0 a 4,7, y el N amoniacal entre 23,5 a 35,3 y 15 a 39, respectivamente, para ensilajes no tratados y ensilajes que recibieron melaza (**ESPERANCE et al., 1985**).

No es posible formular un análisis típico de la composición de la melaza, debido a que su composición varía por varios factores, como son la variedad y madurez de la caña, las condiciones climáticas y del terreno, el grado de la molienda, los procedimientos de la clarificación y otros factores y también, por el proceso de la obtención de azúcar en cada ingenio; pero ciertas cifras generales revisten interés. La amplia gama de mieles tal y como provienen de las centrífugas sería de 85 a 92 Brix o alrededor de 77 a 84% de sólidos por desecación. La sacarosa varía entre 25 y 40% y los azúcares reductores de 35 a 12% (**CHEN, 1991**).

Evaluaron los efectos de agregar dosis de 4 y 8 por ciento de melaza a ensilajes de *Panicum maximum* cv. Hamil, pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y *Setaria* (*Setaria phacelata* cv. Kazungula) cosechadas a 4, 8 y 12 semanas de crecimiento. Los resultados de este ensayo de laboratorio en bolsas plásticas con 500 g de ensilado sellado al vacío y mantenidos en la obscuridad, con temperatura ambiente controlada, permitieron concluir que la dosis de 4 por ciento (w/w) de melaza debiera ser suficiente para una buena preservación (**TJANDRAATMADJA et al., 1994**).

A forraje de pasto elefante enano (cv. Mott) cortado a los 72 días de rebrote (14,4 % MS, 7,1 % CHS) con alta capacidad tampón, se le agregó 4 por ciento de melaza y se le ensiló en bolsas plásticas de 4 kg; su ensilaje dio valores más bajos para pH y para N amoniacal que el ensilaje control (**TOSI et al., 1995**).

Al ensilar forraje de pasto Bermuda triturado (32.4 % MS, 70.2 % NDF) con cuatro dosis de melaza (0, 4, 8 y 12 %) concentrada al 97 por ciento MS pre tratada con inoculante 1174 Pioneer® en una dosis de 1.7 l/t de forraje, el cual se almacenó en recipientes

plásticos de 19 litros y a mayores dosis de melaza se obtuvieron menores valores de pH, ADF, y porcentajes de NDF y un mayor valor de digestibilidad de MS *in vitro* para estos ensilajes (NAYIGIHUGU *et al.*, 1995).

La miel o melaza final o residual es el subproducto (o producto final) ya sea de la fabricación o de la refinación del azúcar crudo; es el líquido denso o viscoso que se separa de la masa cocida final de bajo grado a partir del que no es posible cristalizar azúcar adicional mediante los métodos corrientes. Se describe por lo general como no comestible porque no se usa para consumo humano. Cuando se emplea la palabra melaza sin especificación, se suele referir a la melaza residual. Las mieles (*o melaza de caña de azúcar*) por tanto, son el licor madre final, resultante de la cristalización final del azúcar a partir de varias materias primas, (entre ellas la caña de azúcar), y de las cuales, a escala comercial, no puede ser extraída económicamente más sacarosa por métodos convencionales. La melaza es considerada como uno de los principales sub-productos del proceso industrial azucarero. Físicamente, la melaza es un fluido de color oscuro con una gravedad específica de 1.4 como promedio. Su viscosidad varía de acuerdo con la composición, concentración y temperatura y su pH es de alrededor de 6.0. La melaza tiene un dulce sabor debido a su contenido de azúcares (MANOHAR, 1997).

### **1.6.El lactosuero como aditivo del ensilaje**

El suero es un residuo barato de la producción de queso y se ha agregado a la paja de trigo y al ensilaje de salvado de arroz (DANIELS *et al.*, 1983). Una combinación de melaza y suero deshidratado se ha utilizado como suplemento para ensilar subproductos de pescado (De LURDES *et al.*, 1998) y como aditivos para el ensilado de maíz (BAUTISTA-TRUJILLO *et al.*, 2009), pero es importante encontrar la concentración óptima para cada uno de ellos.

El suero de queso puede ser un buen aditivo, sobre todo si el contenido de carbohidratos solubles de las plantas es demasiado bajo. Este subproducto de la industria láctea tiene un elevado contenido de lactosa (63–70 % base MS) (CAJARVILLE *et al.*, 2001a; CAJARVILLE *et al.*, 2001b; FEDNA, 2003), carbohidrato que es un excelente

sustrato para la proliferación de bacterias ácido-lácticas. Empero las cantidades a utilizar estarían limitadas por el alto contenido en agua (mayor a 90 % según **CAJARVILLE et al., 2001b**) del suero fresco.

El lactosuero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (**FOEGEDING y LUCK, 2002**). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína (**JELEN, 2003**). Existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5, el segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (**JELEN, 2003**).

En cualquiera de los dos tipos de lactosuero obtenidos, se estima que por cada kg de queso se producen 9 kg de lactosuero, esto representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes (**LIU et al., 2005**). Entre los más abundantes de estos nutrientes están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (8-10% de extracto seco) (**MUÑI et al., 2005; LONDOÑO, 2006; PANESAR et al., 2007**). Presenta una cantidad rica de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio. Cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (**LONDOÑO et al., 2008**).

Después de la extracción de aceite esencial de zacate de limón (*Cymbopogon citratus* [DC.] Stapf) se obtienen grandes cantidades de residuos orgánicos. Este subproducto podría ser fácilmente utilizado como alimento para animales. Se investigó el potencial de melaza de caña de azúcar y el suero como aditivos para ensilar las hojas de hierba de limón. El material vegetativo era obtenido después de que los aceites esenciales fueron extraídos de las hojas de hierba de limón con destilación al vapor. Las hojas de limoncillo fueron picadas, mezclado con melaza de caña de azúcar y suero de leche, colocado en recipientes de plástico cilíndricos, herméticamente cerrados. Melaza de caña

de azúcar se utilizaron 5, 10 y 15% (p/p) y suero a 20, 25 y 30% (p/p). El pH del ensilaje disminuyó significativamente en cada tratamiento, pero fue más rápido cuando se añadió melaza de caña de azúcar. La concentración de ácido láctico fue de 2.8 g kg<sup>-1</sup> MS en ensilaje con 15% de melaza más 25% de suero de leche y se demostró que las hojas de hierba de limón obtenidas como producto de la extracción de aceites esenciales pueden ser eficaces ensilados con suero de leche y caña de azúcar como aditivos que inducen una producción más rápida de ácido láctico (VENTURA et al., 2012).

El lactosuero de quesería es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso, contiene principalmente lactosa, proteínas como sustancias de importante valor nutritivo, minerales, vitaminas y grasa. La composición y tipo de lactosuero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso de tecnología empleado. La lactosa es el principal componente nutritivo (4,5 % p-v), proteína (0,8% p/v), y lípidos (0,5%), descrito por PARRA (2009).

El costo y disponibilidad de los aditivos comerciales para la elaboración de ensilajes constituyen un factor limitante para la masificación de esta estrategia de conservación de alimento. Estudios previos han determinado que la utilización de lactosuero líquido como aditivo mejora la calidad fermentativa y nutricional del ensilaje. Cuando se agrega el lactosuero al ensilaje, provoca una rápida disminución del pH que inhibe el crecimiento de microorganismos indeseados, lo que conlleva a una mayor preservación de los nutrientes del ensilaje. La adición de lactosuero genera una reducción lineal en el pH, un incremento de la proteína soluble y un aumento de la degradabilidad de la materia seca (MS), la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (ADF, por sus siglas en inglés) de los ensilajes. El nivel de inclusión del lactosuero como aditivo acidificante y fuente de bacterias ácido lácticas para la elaboración de ensilaje de materiales forrajeros está directamente relacionado con las características mismas del recurso, ya que, si tiene baja concentración de azúcares, el descenso del pH durante el proceso fermentativo se demorará, lo que puede originar una alteración de los nutrientes. Por ello, para recursos con bajo nivel

de proteína y alto nivel de carbohidratos, como maíz y otras gramíneas, se recomienda el 2% del volumen a ensilar, mientras que, para materiales con bajo nivel de azúcares, como pasturas y leguminosas, el nivel deberá ser del 5%, ya que valores superiores de inclusión pueden conducir a pérdida de la MS, la materia orgánica (MO) o la FDN (**GUTIERREZ et al. 2017**).

En maíz chala, cortado con mazorca en estado lechoso, sometido a la aplicación de melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y lacto suero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en microsilos y ensilados por un periodo de 30 días. Luego fueron abiertos y evaluados en pérdidas de ensilado, color, olor y textura, pH, contenido de materia seca, proteína y fibra cruda. Las pérdidas, por hongueamiento, fueron de 5.05, 5.11 y 4.55% (para 0, 2 y 4% de melaza), 4.75, 4.32 y 5.64 (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero). El pH fue de 2.75, 2.76 y 2.81 (para 0, 2 y 4% de melaza), 2.81, 2.75 y 2.75 (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero), con diferencias estadísticas para M x LS. Organolépticamente, se observó un color verde amarillento y tallos con tonalidad más pálida que las hojas; un olor agradable con ligero olor a vinagre y una textura que conservaba sus contornos continuos. El contenido de proteína fue de 8.07, 7.95 y 8.04% (para 0, 2 y 4% de melaza), 7.85, 8.10 y 8.11% (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero); fibra cruda de 23.11, 28.02 y 26.83% (para 0, 2 y 4% de melaza), 24.77, 26.85 y 26.34% (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero), en un estudio de **SALDAÑA (2018)**.

## **II. MÉTODOS Y MATERIALES**

### **2.1. Metodología experimental**

#### **2.1.1. Variables**

##### **a. Independientes:**

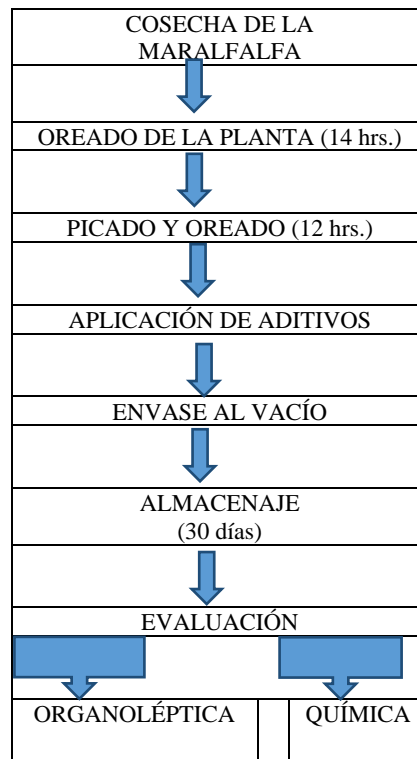
- b. Niveles de lacto suero como aditivo (L)
- c. Niveles de melaza como aditivo (M)
- d. Interacción LM

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

- a. Características organolépticas
- b. Pérdidas de material ensilado
- c. pH
- d. Composición química

#### **2.1.2. Procesamiento experimental**

Todos los pasos siguieron una secuencia que partió con la cosecha de la maralfalfa y concluyó con la fase de la evaluación del producto resultante del ensilado. Ver flujograma:



### 2.1.3. Evaluación de parámetros organolépticos

El ensayo se respaldó en la tabla que incluye indicadores contemplados anticipadamente

INDICADOR	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
<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 o azucarado de fruta madura	Agradable, con ligero olor a vinagre	Fuerte, Ácido olor a vinagre, (ácido butírico)	Desagradable, a mantequilla rancia.
<b>Textura</b>	Conserva sus contornos continuos	Igual al anterior	Se separan las hojas fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos.	No se observa diferencia entre tallos y hojas. Es más amorfa y jabonosa. Al tacto es húmeda y brillante.

**CHAVERRA y BERNA (2 000).**

#### 2.1.3.1. Características organolépticas:



✓ Color, olor y textura.

### **2.1.3.2. Pérdidas del ensilado**

A la apertura de las bolsas se separó la fracción que se estimaba como material descompuesto o no corresponder al material evaluable (presencia de moho) y útil para la alimentación animal.

### **2.1.3.3. p H.**

Para su determinación se tomó 25 gramos del ensilado y sometido a licuación agregando 250 cc de agua destilada. En el material licuado se hizo la lectura a través del Ph Metro.

### **2.1.4. Picado de la maralfalfa.**

Luego de 12 horas de premarchitado, la maralfalfa se picó manualmente procurando un tamaño de aproximadamente 3 cm., homogenizado y dejado a secar por 12 horas adicionales antes de proceder a la adición de los sustratos de melaza y lactosuero y su embolsado en microsilos en una cantidad de 3 kg.

### **2.1.5. Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

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

$$Y_{ijk} = \mu + T_k + U_i + M_j + (UM)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

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

$M$  : Promedio general: parámetro

$T_k$  : efecto del tratamiento k: parámetro

$U_i$  : Efecto principal del lactosuero-i: parámetro

$M_j$  : Efecto principal de la melaza- j: parámetro

$(UM)_{ij}$  : interacción entre lactosuero - i y melaza - j: parámetro

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

### Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	G.L	CM	Fc
Tratamientos	SCt	T - 1	SCt/t-1	CMt/CMe
L (lactosuero)	SCl	L - 1	SCL/a-1	CML/CMe
M (melaza)	SCm	M - 1	SCM/b-1	CMM/CMe
LM (Interacción de factores)	SClm	(L-1)(M-1)	SCab/(a-1)(b-1)	CMLM/CMe
Error Experimental	SCT - SCt	(n-1)(t-1)		
TOTAL	SCT	N - 1		

## 2.2. Materiales y equipos

### 2.2.1. Lugar y duración del experimento

El estudio se realizó en la sede de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-Filial Cutervo, provincia de Cutervo, Región Cajamarca, a dos kilómetros lado noroeste de la ciudad, localizada a 2649 m.s.n.m., 78°50'56" de longitud oeste, 06°21' y 54" latitud este. El periodo experimental a nivel de campo consistió en la cosecha y acarreo de la maralfalfa desde las parcelas de la institución universitaria y se continuó en el laboratorio para la fase de ensilaje propiamente dicho, evaluaciones del producto resultante luego de 30 días. Se inició en el mes de abril y concluyó en noviembre del 2018 en sus fases de campo, laboratorio, análisis químicos, recopilación, tabulación y análisis de la información, redacción y elaboración del informe final.

### **2.2.2. Tratamientos experimentales**

La interacción de los dos aditivos en estudio generó los siguientes tratamientos:

T<sub>0</sub>: Ensilaje de maralfalfa sin aditivos

T<sub>1</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin melaza y 1.5% de lactosuero

T<sub>2</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin melaza y 3.0% de lactosuero

T<sub>3</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin lactosuero y 2% de melaza

T<sub>4</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 1.5% de lactosuero y 2% de melaza

T<sub>5</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 3.0% de lactosuero y 2.0% de melaza

T<sub>6</sub>: Ensilaje de maralfalfa, sin lactosuero y 4% de melaza

T<sub>7</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 1.5% de lactosuero y 4% de melaza

T<sub>8</sub>: Ensilaje de maralfalfa, con 3.0% de lactosuero y 4.0% de melaza

### **2.2.3. Forraje en evaluación**

La maralfalfa es la cultivada en parcelas instaladas en las áreas forrajeras de la Filial Universitaria, con una edad cercana a los 90 días de edad, con espigado inicial, estado recomendado para su empleo en la explotación lechera de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

### **2.2.4. Aditivos para el ensilaje.**

La melaza, procedió de la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, comercializada en la ciudad de Cutervo para la alimentación animal (fresca, uniforme, coloración típica, sin grumos, siruposa).

El lactosuero provino de queserías artesanales ubicadas en el sector periurbano de la ciudad de Cutervo, fresca, coloración propia y apta para su empleo.

### **2.2.5. Otros materiales y equipos**

En todas las fases experimentales se dispuso de:

- Bolsas de polietileno con capacidad para 3 kg
- Aspiradora de aire
- Rafia
- Plumón con tinta indeleble
- Cámara digital
- Ph-metro digital
- Licuadora y matraz
- Equipos y reactivos para análisis bromatológico
- Otros que el experimento lo requería
- Tabla de evaluación organoléptica

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Materia seca (MS) del ensilado

Los promedios según tratamientos y aditivos, se muestran en el Cuadro 1.

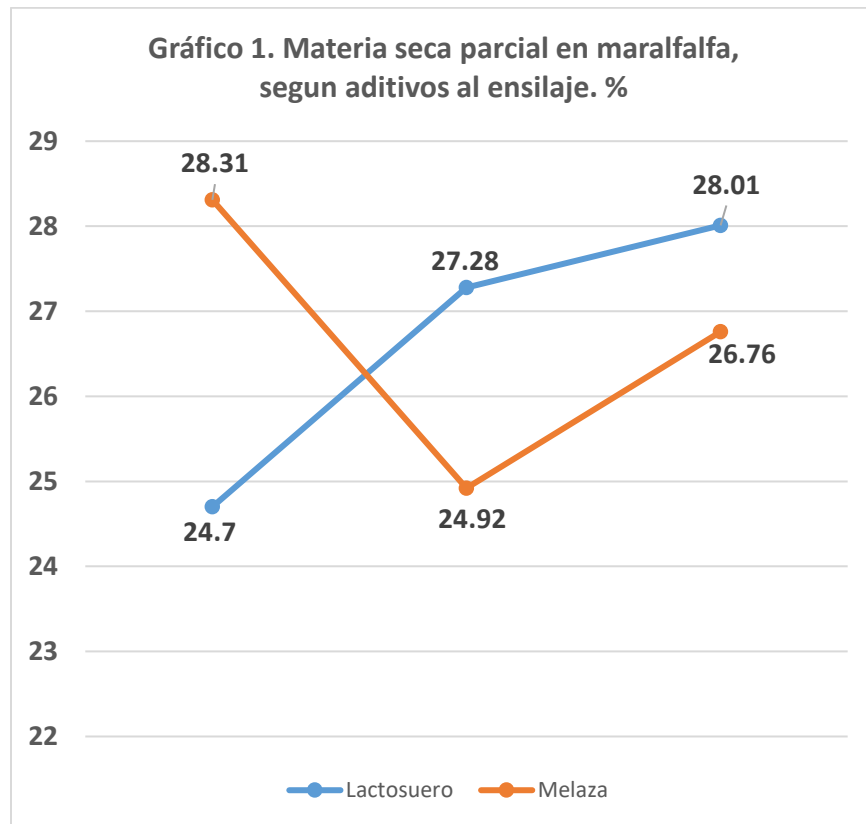
**Cuadro1. Materia seca en maralfalfa (*Pennisetumsp.*) ensilada con melaza y lacto suero, %**

Melaza, % \ Lactosuero, %	0	2.0	4.0	Promedio
0	27.36	21.98	24.75	<b>24.70<sup>b</sup></b>
1.5	28.57	25.72	27.56	<b>27.28<sup>ab</sup></b>
3.0	28.99	27.05	27.98	<b>27.83<sup>a</sup></b>
Promedio	<b>28.31<sup>a</sup></b>	<b>24.92<sup>b</sup></b>	<b>26.76<sup>ab</sup></b>	<b>26.66</b>

a, b/ Letras exponenciales para indicar diferencias estadísticas entre medias ( $p < 0.05$ )

La información expuesta muestra los promedios de tratamientos y las medias de cada aditivo e independiente del nivel de los niveles o interacciones entre ambos.

En función al nivel de melaza se observa contenidos en materia seca parcial que desciende desde 28.31 en el nivel 0%, a 24.92 en 2.0% y luego se incrementa a 26.76% en el nivel de 4.0% de melaza y sin notarse una tendencia definida. En los promedios de 0, 1.5 y 3.0% de lacto suero se observa que la materia seca va aumentando progresivamente. Gráfico 1.



El análisis de varianza para materia seca parcial (Cuadro 1A), determinó diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) para medias de ambos aditivos; sin embargo no se halló diferencias estadísticas para la interacción de los aditivos. Ello, explica que la materia seca en un nivel de lactosuero o de melaza no es dependiente del nivel de melaza o lactosuero, respectivamente

La Prueba de Duncan para niveles de lacto suero indicó que el menor nivel (0%) es estadísticamente menor ( $p < 0.05$ ) que el nivel alto (3.0%), pero no difiere con el nivel medio (1.5%) y que tampoco difieren entre el nivel medio y mayor del citado aditivo.

A su vez, la Prueba de Duncan para niveles de melaza explica que el menor nivel (0%) es estadísticamente mayor ( $p < 0.05$ ) que el medio (2.0%), pero no difiere del nivel alto (4%) y que tampoco difieren entre estos dos niveles.

Los resultados encontrados en contenido de materia seca son mayores a los citados por SALDAÑA (2018), en cuyo trabajo con maíz chala ensilado con melaza y lacto suero en los mismos niveles que este experimento halló materias secas alrededor de 21% en el producto ensilado por un periodo de 30 días y hay mayor similitud con el estudio llevado a cabo por ALTAMIRANO (2018), donde con el mismo forraje y sustituyendo el lacto suero por urea el contenido de materia seca en el producto final osciló cercano al 24%.

### 3.2. pH, pérdidas y análisis organoléptico del ensilado de maralfalfa.

#### 3.2.1. Pérdidas y pH.

Los datos recolectados en el ensayo se exponen en el Cuadro 2.

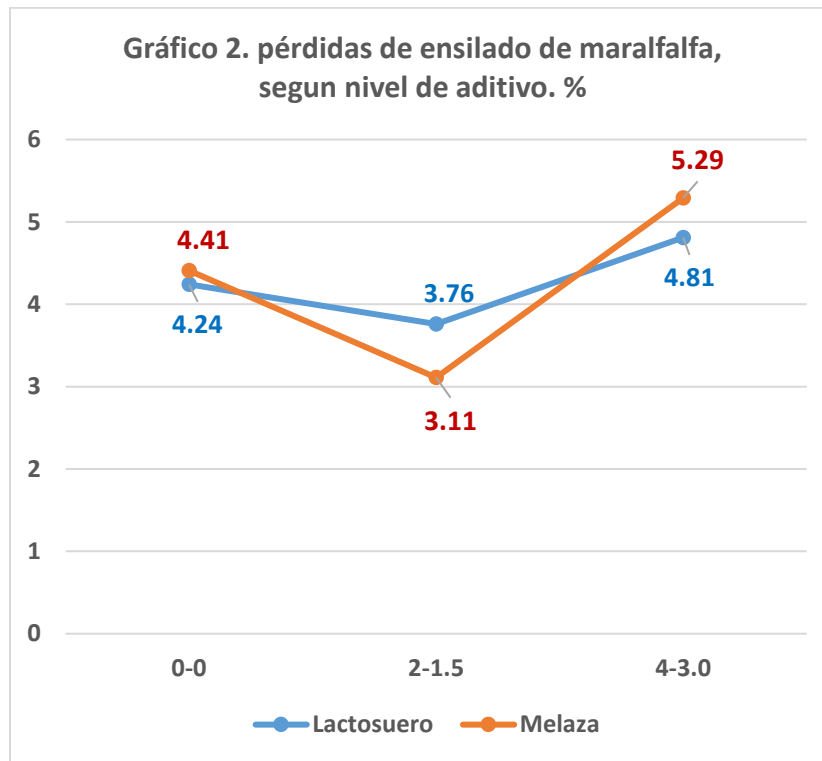
**Cuadro2. Pérdidas y pH del ensilado de maralfalfa, según tratamientos**

Observaciones	M	0.0	2.0	4.0	Promedio
	LS				
Pérdidas, %	0.0	3.93	4.07	4.73	4.41 <sup>a</sup>
	1.5	3.50	4.07	3.70	3.76 <sup>a</sup>
	3.0	5.80	1.20	7.43	4.81 <sup>a</sup>
	Promedio	4.41 <sup>a</sup>	3.11 <sup>a</sup>	5.29 <sup>a</sup>	4.27
pH	0.0	4.16	3.53	3.44	3.71 <sup>a</sup>
	1.5	3.35	3.42	3.32	3.36 <sup>b</sup>
	3.0	3.26	3.24	3.20	3.33 <sup>c</sup>
	Promedio	3.59 <sup>a</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	3.32 <sup>b</sup>	3.43

a, b, c\_/ Exponenciales de diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre medias de tratamientos, en cada variable.

Las pérdidas de material inicialmente ensilado en general se admiten que son bastante reducidas y no muestra relación o tendencia alguna con los niveles de los aditivos aplicados o la interacción entre los mismos, tal como se analiza en el Cuadro que antecede.

Los promedios para los niveles de melaza e independientes de los niveles del otro factor fueron de 4.41, 3.11 y 5.29% de pérdidas para 0, 2 y 4% de melaza. Así mismo, las pérdidas para 0, 1.5 y 3% de lactosuero e independiente de los niveles de melaza resultaron ser de 4.24, 3.76 y 4.81%. Gráfico 2.



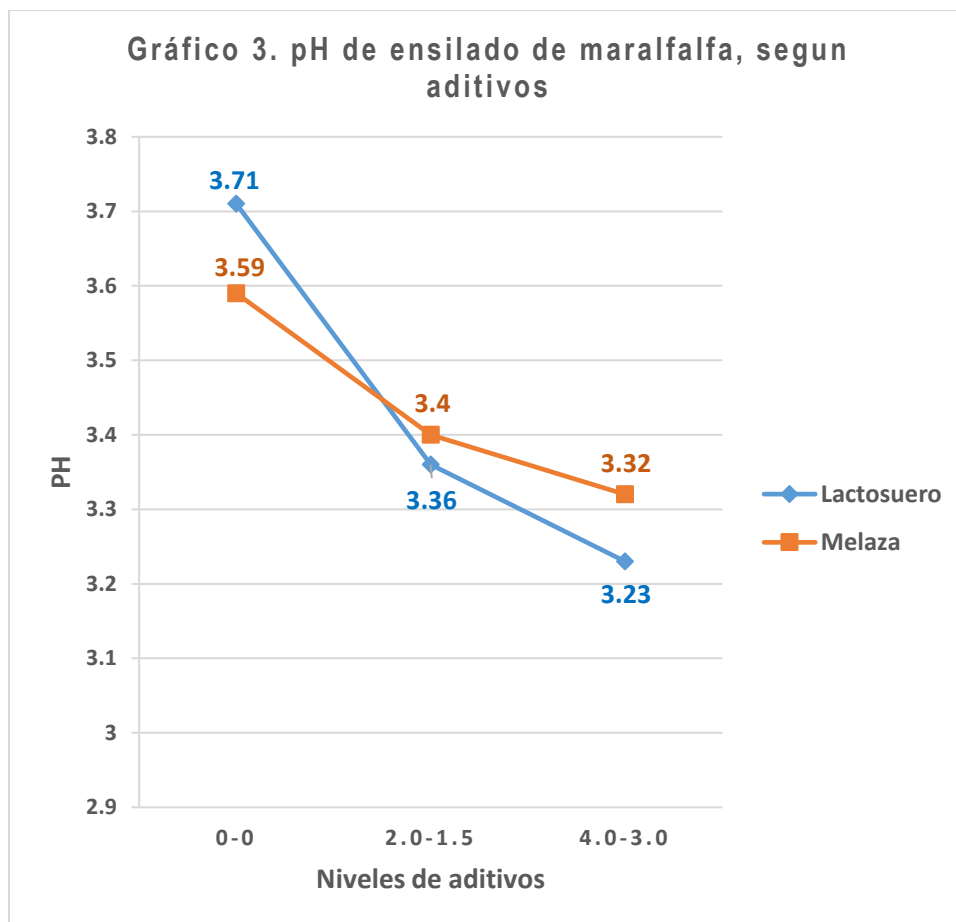
Podría interpretarse que, por la gráfica, son muy similares las pérdidas en material ensilado sin aditivo, disminuyen levemente en los niveles intermedios y se incrementan a la vez con el nivel mayor de ambos aditivos.

El análisis de varianza para pérdidas de material (Cuadro 2A) muestra que no hubo diferencias estadísticas para tratamientos, efecto de lactosuero, efecto de melaza o de la interacción de ambos.

El pH, encontrado en los distintos tratamientos y las medias de cada aditivo aplicado muestra comportamientos interesantes sobre la acidificación del ensilado. En general. Se observa que en cada nivel de melaza, dentro de cada nivel de lacto suero, el pH va decreciendo e igual se podría deducir del pH en cada nivel de lacto suero y dentro de cada nivel de melaza; es decir que ambos aditivos contribuyeron a una mayor acidificación del ensilaje.



Los promedios para los niveles de 0, 2 y 4% de melaza dieron valores de 3.59, 3.35 y 3.26 de pH; en tanto que los promedios para 0, 1.5 y 3% de lacto suero se determinaron valores de 3.71, 3.36 y 3.23, respectivamente. Gráfico 3.



El análisis de varianza respectivo (Cuadro 3A), reportó diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos, y en consecuencia difieren para lacto suero, melaza y la interacción de ambos. Ello explica que el pH estaría dado para cada nivel de uno de ellos pero condicionado al nivel del otro aditivo.

La Prueba de Duncan para melaza mostró que el nivel 0% es significativamente diferente del nivel 4.0%, que no difieren entre 0 y 2.0% y tampoco este último con 4.0%.

Esta prueba, para niveles de lactosuero explica que los tres niveles (0.1.5 y 3.0%) difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Estos valores de acidez encontrados son bastante concordantes con lo hallado por **SALDAÑA (2018)**, en maíz chala, quien al aplicar melaza de caña de azúcar (0, 2 y 4%) y lacto suero (0, 3.5 y 7.0%, v/v) en microsilos y ensilados por un periodo de 30 días el pH fue de 2.75, 2.76 y 2.81 (para 0, 2 y 4% de melaza), 2.81, 2.75 y 2.75 (para 0, 3.5 y 7.0% de lacto suero); pero se logró menor pH que lo mencionado por **ALTAMIRANO (2018)**, donde cita valores entre 3.5 y 4.3 con melaza y urea aplicado al maíz chala.

Se ha mencionado que el pH es un buen indicador de la calidad del producto ensilado; en tal sentido se observa que el proceso empleado y los aditivos que se aplicaron responden a lo esperado y nuestros resultados son sostenidos por autores que resaltan que el principio fundamental de la conservación de forrajes ensilados es lograr rápidamente una disminución del pH (**WOOLFORD, 1990**) y que las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles produciendo secuencialmente distintos ácidos, los que reducirán el pH a 4-4.2, punto en el cual la acidez inhibirá otras fermentaciones (**PARSY et al., 2001**). También debe considerarse el fundamento de que el suero de leche es un carbohidrato que excelente para la proliferación de bacterias ácido-lácticas (**CAJARVILLE et al., 2001b**).

Los resultados también son reforzados en lo expresado por **JONSSON (1989)**, por haber logrado rápidamente una disminución del pH, a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas y que habríamos logrado el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo (**WOOLFORD, 1990**). Se muestra haber cumplido en lo establecido por **BESOAIN (2007)**, por haber logrado transformar azúcares en ácido láctico; tal cual, también, lo dice **MIER (2009)**, al haber eliminado el oxígeno de la masa forrajera convirtiendo los azúcares simples en ácidos orgánicos, principalmente acético y láctico y, ratificado por **MATTA (2008)**, al haber cumplido con éxito la fermentación durante el proceso de ensilaje de bacterias ácido lácticas, carbohidratos solubles (principalmente glucosa y fructosa), determinados niveles de humedad y un ambiente libre de oxígeno.

### 3.2.2. Análisis organoléptico

El Cuadro 3 posee la información relevante observada en los tratamientos evaluados.

**Cuadro3. Análisis organoléptico del ensilado de maralfalfa, según aditivo**

Parámetros	M LS	0.0	2.0	4.0	Promedio
Color	0.0	B	B	B	Verde amarillento
	1.5	B	B	B	Verde amarillento
	3.0	B	B	B	Verde amarillento
	Promedio	Verde amarillento	Verde amarillento	Verde amarillento	<b>VERDE AMARILLENTO</b>
Olor	0.0	E	B	E	Miel de fruta madura
	1.5	E	B	B	Agradable, ligero vinagre
	3.0	B	B	B	Miel de fruta madura
	Promedio	Miel de fruta madura	Agradable, ligero vinagre	Agradable, ligero vinagre	<b>AGRADABLE, LIGERO VINAGRE</b>
Textura	0.0	E	E	E	Contornos continuos
	1.5	E	E	E	Contornos continuos
	3.0	E	E	E	Contornos continuos
	Promedio	Contornos continuos	Contornos continuos	Contornos continuos	<b>CONTORNOS CONTINUOS</b>

La observación del color coincidió con una homogeneidad total de todos los tratamientos hacia el verde amarillento, tallos con tonalidad más pálida que las hojas y que según la tabla de evaluación le correspondió el calificativo de **BUENO**.

En el olor, sobre la base de la tabla de comparación, se concluye por mayoría de calificaciones de los tratamientos que predominó un olor agradable con ligero olor a vinagre: aun cuando se deja ver que en varios casos se percibió un olor agradable a miel, de fruta madura. Concluyéndose un calificativo de **BUENO**.

Acerca de la textura, en todos los casos se encontró que conservaba de un modo absoluto sus contornos y se opta por darle el calificativo de **EXCELENTE**.

Se considera que las buenas calificaciones organolépticas que alcanzó el ensilado guardan relación con las escasas pérdidas encontradas, un pH propio de un buen ensilaje y una materia seca muy homogénea del material obtenido.

La literatura trascendente para el análisis organoléptico nos califica muy bien al coincidir plenamente con **REYES et al. (2009)**, cuando describen un olor aromático, dulzón, agradable, que caracteriza al ácido láctico, color final entre verduzco y café claro y que la texturadel ensilaje debe ser firme, es decir no debe deshacerse al presionar con los dedos.

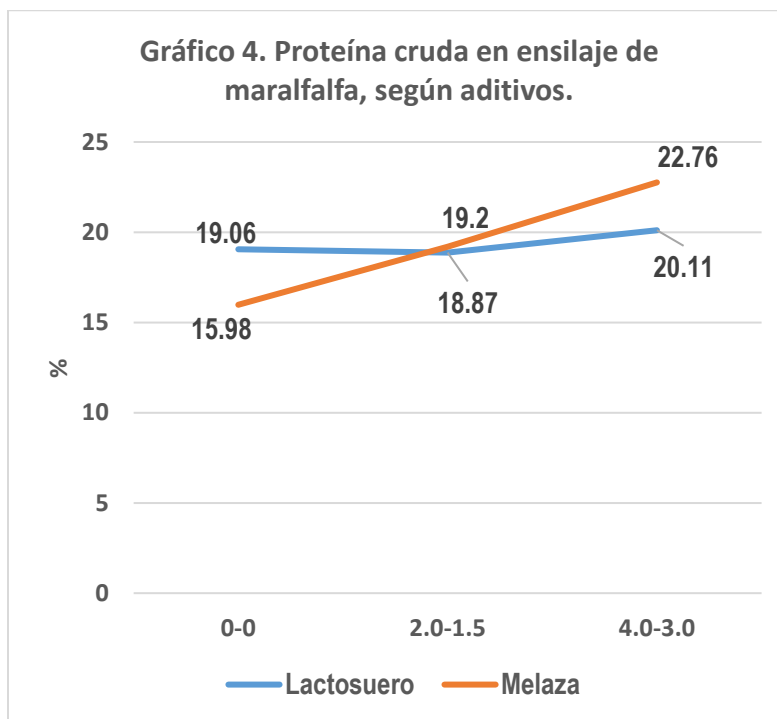
### 3.3. Composición química de la maralfalfa ensilada.

Los resultados de análisis de laboratorio se exponen en el Cuadro 4.

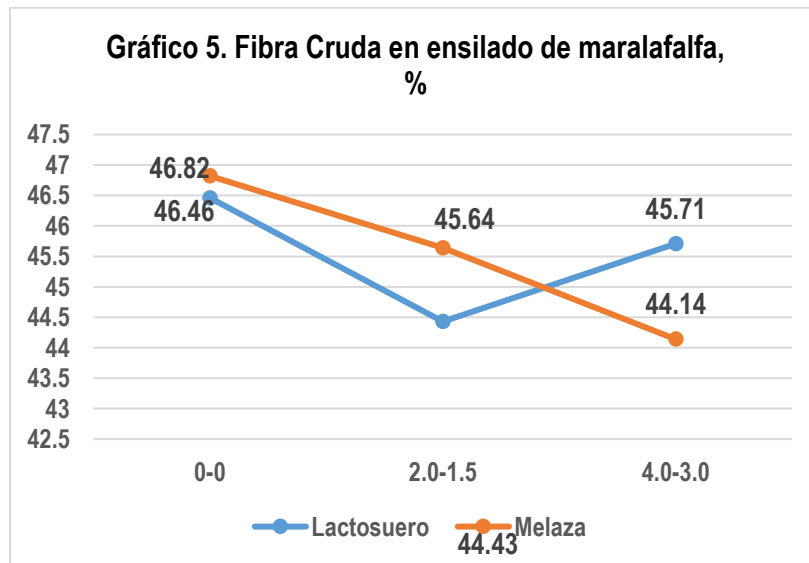
**Cuadro 4. Composición química de la maralfalfa ensilada, B.S. %.**

Observaciones	M		0.0	2.0	4.0	Promedio
	L					
Proteína Cruda, %	0.0		17.43	18.50	21.26	<b>19.06</b>
	1.5		15.19	18.46	22.95	<b>18.87</b>
	3.0		15.32	20.94	24.07	<b>20.11</b>
	Promedio		<b>15.98</b>	<b>19.30</b>	<b>22.76</b>	<b>19.35</b>
Fibra Cruda, %	0.0		47.99	46.81	44.59	<b>46.46</b>
	1.5		46.46	43.66	43.16	<b>44.43</b>
	3.0		46.01	46.44	44.67	<b>45.71</b>
	Promedio		<b>46.82</b>	<b>45.64</b>	<b>44.14</b>	<b>45.53</b>
Extracto Etéreo, %	0.0		2.39	2.66	3.63	<b>2.89</b>
	1.5		2.44	2.57	3.67	<b>2.89</b>
	3.0		2.71	2.51	3.70	<b>2.97</b>
	Promedio		<b>2.51</b>	<b>2.58</b>	<b>3.67</b>	<b>2.92</b>
Cenizas, %	0.0		9.92	9.58	8.78	<b>9.43</b>
	1.5		10.01	8.38	7.25	<b>8.55</b>
	3.0		9.78	8.67	8.15	<b>8.87</b>
	Promedio		<b>9.90</b>	<b>8.88</b>	<b>8.06</b>	<b>8.95</b>

Los promedios, en proteína, indican comportamientos distintos según el aditivo aplicado. En función al nivel de melaza va desde 15.98% en el nivel 0%, 19.30% para el nivel 2% y subió a 22.76% con 4.0%. Para 0, 1.5 y 3.0% de lactosuero se hallaron valores de 19.06, 18.87 y 20.11%, sin notarse tendencia definida. Gráfico 4.



En fibra cruda, los niveles fueron variando, para los promedios de melaza, muy tenuemente desde 46.82 (0%) a 45.64 (2.0%) y 44.14% (4.0%), es decir una leve tendencia a disminuir; en tanto que para lacto suero se determinaron valores de 46.46 (0%), 44.43 (1.5%) y 45.71% (3.0%) sin mostrar tendencia definida. Gráfico 5.



Tal como se observó para proteína, en el caso de la melaza se observa una mínima tendencia decreciente del contenido de fibra cruda y de la misma manera, según el lactosuero, no existe tendencia alguna en el contenido de fibra aun cuando se observa que en los tratamientos con dicho aditivo el contenido es menor que la del testigo.

Estos valores de la fibra cruda en maralfalfa son muy similares (45.53%) al reporte dado por AVILA, 2004; UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, 2006, y ligeramente mayores a 42.18% y 44.03%, señalados por ANDRADE, 2009, aun cuando se trata de estados vegetativos distintos.

## IV. CONCLUSIONES

Los resultados expuestos y teniendo en consideración las condiciones experimentales se llegó a las siguientes:

1. El contenido en materia seca del material ensilado se mantuvo dentro del rango esperable para un producto ensilado y se mostró influenciado, independientemente, por los aditivos aplicados y sin efecto de las interacciones de melaza o lactosuero.
2. Las pérdidas de material ensilado, por el método de microsilos, son mínimas e influenciadas por la precisión del sellado y no hubo efecto de los aditivos aplicados
3. El pH en todos los tratamientos fue ácido y garantiza la proliferación de bacterias generadoras de ácido láctico que es lo deseable en un ensilaje.
4. Organolépticamente se obtuvo calificaciones desde bueno a excelente y que guardaría relación con los parámetros cuantitativos expuestos.
5. Los componentes químicos evaluados son concordantes a los estándares de la maralfalfa.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar otros niveles, mayores, de melaza y lactosuero, en ensilajes de maralfalfa a fin de llegar a establecer el óptimo de ambos y en función al análisis de parámetros estándares del buen ensilado.
2. Continuar con la aplicación de la metodología del microensilaje para evaluar otras fuentes fibrosas, otros aditivos y sistemas de ensilaje.



## BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- ANDRADE, D. 2009. Análisis bromatológico. ESPOCH, Chimborazo, Ecuador.
- AVILA, P. 2004. Semillero Maralfalfa, Manual del Pasto. Venezuela. 7 pp.
- BALOCCHI, O. 1999. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. Competitividad de la producción lechera nacional (tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 29-74 p.
- BAUTISTA, G., M. COBOS, L. VENTURA, T. AYORA, M. ABUD, y Z. OLIVA. 2009. Effect of sugarcane molasses and whey on silage quality of maize. *Asian Journal of Crop Science* 1:34-39.
- BRAGACHINI, M.; CATTANI, P.; GALLARDO, M.; PEIRETTI, J. 2008. Forrajes conservados de alta y aspectos relacionados al manejo nutricional, INTA - PRECOP II, Manual Técnico N° 6. 365 pp.
- DANIELS, L., M. SMITH, O. STALLCUP and J. RAKES. 1983. Nutritive value of ensiled broiler litter for cattle. *Animal Feed Science and Technology* 8:19-24.
- DE LURDES, M., E. DAPKEVIUS, I. BATISTA, M. NOUT, F. ROMBOUTS and J. HOUBEN. 1998. Lipid and protein changes during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. *Food Chemistry* 63:97-102.

- CAJARVILLE, C., V. ECHARRI y REPETTO. 2001a. Utilización de lactosuero como aditivo para ensilajes de alfalfa: primera comunicación. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- CAJARVILLE, C., J. REPETTO y F. BENGEOA. 2001b. Valor nutritivo de sueros de la quesería de CALCAR. Relevamiento preliminar. Informe técnico, CALCAR Carmelo, Uruguay.
- CHAVERRA H. y J. BERNAL 2000. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Bogotá DC, Colombia: IICA, Tercer Mundo Editores.
- CHEN, J., 1991. Manual del Azúcar de Caña, Limusa, México D.F., ISBN-968-18-3662-6.
- CORONEL, O. 2015. Composición química y atributos agronómicos de maralfalfa (*Penisetumsp.Lam*), en zona de altura (2600 m.s.n.m.), Cutervo, Cajamarca, al corte de instalación y primer corte. Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 47 pg.
- CORREA, 2005. “Maralfalfa, mitos y realidades “2ª parte.
- CAÑEQUE, M. y J. SACHA. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260. 54
- CLAVERO, T. y R. RAZZ. 2011. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetumpurpureum x Pennisetumglaucum*) en condiciones de defoliación. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 10 pp.
- CORREA H J, CERON J M, ARROYAVE H, HENAO Y y LÓPEZ A. 2004 Pasto Maralfalfa: Mitos y realidades. En: IV seminario internacional Competitividad en

carne y leche. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

CORREA, H. J. ARROYAVE, H. HENAO, Y. LÓPEZ, J. CERÓN. 2002. Maralfalfa. Mitos y realidades. En: Despertar lechero, Volumen 22 (1). p 79-88.

CUNUHAY, J. y M. CHOLOQUINGA. 2011. Evaluación de la adaptación del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembre en el Campus Juan Lunardi y Naste del Cantón Pauté, tesis Ingeniero Agropecuario Industrial, Quito, Ecuador. 230 pp.

DURÁN, F. y R. PARDO. 2007. Manual de Nutrición Animal. Colombia: Grupo Latino Editores.

ESPERANCE, M., F. OJEDA & O. CÁCERES. 1985. Estudio sobre la conservación de la guinea likoni (*Panicum maximum* Jacq.) como ensilaje. *Pastos y Forrajes*, 8: 127-141.

FEDNA. 2004. *Pulpa de Cítricos*. <http://www.fundacionfedna.org/>

FERNÁNDEZ, M. 1999. El silaje y los procesos Fermentativos. <http://www.martinezstaneck.com>.

FOEGEDING, E. and P. LUCK. 2002. Wheyproteinproducts. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.

GALLARDO M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, [aapresid.org.ar](http://aapresid.org.ar). EEA INTA Rafaela-Santa Fe, p. 51-61.

GARCÍA, A. 2011. *Ensilaje Maíz Buenas Tereas*. <http://www.buenastareas.com/ensa>

- GOMEZ, J., G. DÁVILA, R. SAAVEDRA y C. GOMEZ. 2006. Guía práctica para el manejo y conservación de suelos de ladera en los Municipios Restrepo y Dagua, Valle del Cauca. Cartilla Ilustrada N° 42, Colombia. 22 pp.
- GONZALES, B. s.f. Nuevos Cultivares Forrajeros. Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia, Venezuela. 49 pp.
- GUTIÉRREZ, C. Y. AVELLANEDA, J. DI RISIO y P. JULIANO. Valoración del lactosuero. Capítulo 4. Alimentación Animal. 94 pp.
- HANNA, W, T. GAINES, b. GONZALES and W. MONSON. 1984. Effects of ploid on yield and quality of pearl millet x napiergrass hybrids. Agron. J. Vol. 76. p 669-971.
- HERNÁNDEZ, R., R. GARCÍA, A. GÓMEZ y A. VALDEZ. 2011. Tamaño de corte para ensilar Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en el norte de México. 4 pp.
- JELLEN, P. 2003. Wheyprocessing. Utilization and Products. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox (eds.). Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press, London, UK.
- JOBIM C.y G. GONÇALVES. 2003. Microbiologia de forragens conservadas. **In:** Reis R. A., T. F. Bernardes, G.R. Siqueira. (Eds.) Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. Jaboticabal: Funep, pp. 1-26.
- JONSSON A. 1989. The role of yeast and clostridia on silage deterioration. Ph.D. Diss. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 96 pp.
- KLEIN, F. 1991. Utilización de ensilaje de alfalfa en rumiantes. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 76-94.

- LATRILLE, L. 1991. Aditivos inhibidores de la fermentación. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp:25-43.
- LIU, X., K. CHUNG, S. YANG and A. YOUSEF. 2005. Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Journal Process Biochemistry* 40: 13-24.
- LONDOÑO, M., J. SEPÚLVEDA, A. HERNÁNDEZ y J. PARRA. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín* 61(1): 4409-4421.
- LONDOÑO, M. 2006. Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas en nutrición humana. Revista Perspectivas en Nutrición Humana-Escuela de Nutrición y Dietética-Universidad de Antioquia* 16: 11-20.
- MANNETJE, L. 2001. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. En memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s00.htm>.
- MANOHAR, P. J., 1997. *Industrial Utilization of Sugar Cane and its Co-products*, ISPCK Publishers and Distributors, Delhi, India, p. 232, ISBN: 81-7525-017-8.
- MAYTA, W. s.f. *Cultivo y Manejo de Pastos*, Universidad Nacional José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú. 104 pp.
- MAZA, L., O. VERGARA y E. PATERNINA. 2011. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *Rev. MVZ, Córdoba* 16 (2): 2528-2537.

- McDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. Wiley. UK. 226 p.
- MERRY, R. et al. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. En: Proceedings of the 8th International Symposium on Forage Conservation. Czech Republic: Research Institute of Animal Nutrition. Pag. 17-27.
- MIER, de los A. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero, trabajo de fin de master, optar al Grado de Master en Zootecnia y Gestión sostenible: ganadería ecológica e integrada. 66 pp.
- MORENO, M. 2013. Establecimiento de un cultivo de maralfalfa en Tecalitlán, Jalisco, Tesis Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, México, D.C. 39 pp.
- MUÑI, A., G. PAEZ, J. FARÍA, J. FERRER y E. RAMONES. 2005. Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/ nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista Científica* 15(4): 361–367.
- NAYIGIHUGU, V., D. KELLOGG, Z. JOHNSON, M. SCOTT y K. ANSCHUTZ. 1995. Effects of adding levels of molasses on composition of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) silage. *J. Animal Sc.*, 73, Suppl.1: 200.
- PADRÓN, E. 2009. Diseños Experimentales, con aplicación a la agricultura y ganadería, Editorial Trillas, 2da. Edición, Médico, D.F. 224 pp.
- PANESAR, P., J. KENNEDY, D. GANDHI and K. BUNKO. 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry* 105: 1-14.
- PARRA, R. 2009. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 62(1): 4967-4982.

- PARSI, J., L. GODIO, R. MIAZZO, R. MAFFIOLI, A. ECHEVARRÍA y P. PROVENSAL. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas, Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar). 32 pp.
- REYES, N., B. MENDIETA, T. FARIÑAS, M. MENA, J. CARDONA y D. PEZO. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino, Serie técnica. Manual técnico / CATIE; N° 91.
- RAMÍREZ G. L. 2003. Pasto Maralfalfa, un manjar para los hatos ganaderos. El Colombiano., p 4
- SALDAÑA, R. 2018. Valor nutricional y cualidades de microsilos de maíz chala con lactosuero y melaza. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 60 pp.
- SILVEIRA, A.C., H. TOSI, V. DE FARIA y A. SPERS. 1973. Efeito de diferentes tratamentos na digestibilidade in vitro de silagens de capimNapier. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*,2(2): 217-226.
- SOSA, D., C. LARCO, R. FALCON, D. TOLEDO y G. SUÁREZ. 2006. Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en cabras. Boletín Técnico 5, Ecuador, Serie Zoológica 2: 68-76.
- TERRANOVA. 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Tomos I y III. Santa Fe de Bogotá. Colombia. Terranova, editores. P. 109-112.
- TJANDRAATMADJA, M., B. NORTON, y I. MACRAE. 1994. Ensilage characteristics of three tropical grasses as influenced by stage of growth and addition of molasses. *World J. Microbiol. Biotechn.*,10: 74-81.
- TORTORA, G., B. FUNKE y C. CASE. 2007. Introducción a la microbiología, 9° Edición, Médica Panamericana; Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-950-06-0740-7.

- TOSI, H., L. RODRIGUES, & C. JOBIM. 1995. Ensilagem do capim-elefante cv. Mottsob diferentes tratamentos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, **24**(5): 909-916.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. 2006. Informe Anual del Rector. Ecuador. 40 pp.
- VARGAS, S., R. ROSERO, R. BARAHONA. 2015. Cinética de la degradabilidad in vitro de ensilajes de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) con diferentes niveles de inclusión y concentración de vinaza de caña (*Saccharum officinarum*) Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia ISSN: 1900-9607. Volumen 10 Número 2. 40 pp.
- VENTURA, L.M., J. MENDOZA, M. ABUD, M. OLIVA, L. DENDOOVEN y F. GUTIÉRREZ. Sugarcanemolasse and whey as additives in the silage of lemongrass (*Cymbopogon citratus* [dc.] Stapf) leaves. *Chilean Journal of Agricultural Research* 2012. 72(1): pag. 87- 91.
- VIEIRA DA CUNHA M. 2009. Conservação de forragem. Pesquisador da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Doutorando do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, p. 1-26.
- WERNLY, C. y HARGREAVES, F. 1988. Conservación de forrajes. in: Ruiz, I. (ED). Praderas para Chile. Instituto de investigación agropecuaria (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 635-679. Pp.
- WOOLFORD, M. 1984. The Silage Fermentation. Marcel Dekker.



## **ANEXOS**

**CUADRO 1A. ANALISIS DE VARIANZA PARA CONTENIDO DE MATERIA SECA SEGUN TRATAMIENTOS**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. CUADRADOS</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
Tratamientos	116.18007	8	14.52	6.90	
M (Melaza)	51.95120	2	25.93	12.34	**
LS (Lacto suero)	54.44429	2	27.22	12.93	**
MLS	9.78458	4	2.45	1.16	N S
Error Experimental	37.89420	18	2.11		
<b>TOTAL</b>	<b>154.07427</b>	<b>26</b>			

C.V. = 5.44%

**DUNCAN:**

**Melaza:**

T<sub>0</sub>    T<sub>2</sub>    T<sub>4</sub>  
 \_\_\_\_\_

**Lactosuero:**

T<sub>3</sub>    T<sub>1.5</sub>    T<sub>0</sub>  
 \_\_\_\_\_

**CUADRO 2A. ANALISIS DE VARIANZA PARA PÉRDIDAS DE ENSILADO**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. CUADRADOS</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
Tratamientos	69.303	8	8.66	2.06	N S
M (Melaza)	21.610	2	10.85	2.58	N S
LS (Lacto suero)	5.023	2	2.51	0.60	N S
MLS	42.670	4	10.67	2.53	N S
Error Experimental	75.733	18	4.21		
<b>TOTAL</b>	<b>145.036</b>	<b>26</b>			

C.V. = 48.65%

**CUADRO 3A. ANALISIS DE VARIANZA PARA pH, SEGÚN TRATAMIENTOS**

<b>F. VARIACION</b>	<b>S. CUADRADOS</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C</b>	<b>SIG.</b>
Tratamientos	2.0499	8	0.26	78.65	**
M (Melaza)	0.3485	2	0.17	51.52	**
LS (Lactosuero)	1.1051	2	0.55	166.0	**
MLS	0.5963	4	0.15	45.17	**
Error Experimental	0.059	18	0.0033		
<b>TOTAL</b>	<b>2.1089</b>	<b>26</b>			

C.V. = 1.67%

**DUNCAN:**

**Melaza:**

T<sub>0</sub>    T<sub>2</sub>    T<sub>4</sub>  
 \_\_\_\_\_

**Lactosuero:**

T<sub>0</sub><sup>a</sup>    T<sub>1,5</sub><sup>b</sup>    T<sub>3</sub><sup>c</sup>