UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

"EFECTO DE LA ADICION DE UREA EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE AVENA *(Avena sativa. L)* EN EL MUNICIPIO DE VIACHA"

PRESENTADO POR:

VICTOR RAMIREZ MAMANI

LA PAZ – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFECTO DE LA ADICION DE UREA EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE AVENA *(Avena sativa. L)* EN EL MUNICIPIO DE VIACHA

Tesis de grado presentado como
requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

VICTOR RAMIREZ MAMANI

Asesores:

Ing. Ph. D. Bernardo Soliz Guerrero …….....

Ing. Miguel Nogales Soldevilla .....……...

Tribunal Examinador:

Dr. Abúl Kalam Kurban ……..

Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas …..……..

Ing. Bernardo Ticona Contreras ……..

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador: ……..…….....

2016

DEDICATORIA

- A Jesucristo el Todopoderoso por darme la fuerza y el valor para continuar y concluir este trabajo de investigación. Y no apartarse de mi lado.

- A mis Padres Mario y Cecilia por su apoyo incondicional y paciencia que me brindaron en todo este tiempo de elaboración de la tesis de grado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer un especial agradecimiento y darle la gloria a Dios Padre Todopoderoso, por su gracia, su voluntad e iluminar mi camino para concluir el presente trabajo.

A la Facultad de Agronomía por albergarme en sus aulas, al plantel docente de la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A. por sus conocimientos brindados en mi formación profesional.

A mi Asesor: Ing. Ph. D. Bernardo Soliz G. por su colaboración y asesoramiento en el presente trabajo.

A mi Asesor: Ing. Miguel Nogales por su colaboración y orientación en el presente trabajo.

Al Honorable Tribunal Revisor: Ing. Ph. D. Abul Kalam Kurban, Ing. Ph. D. Roberto Miranda Casas y finalmente al Ing. Bernardo Ticona por su orientación y revisión del trabajo de tesis.

Agradecer a mis amigos, amigas, compañeros, compañeras y a todas las personas que de una u otra manera me brindaron su valiosa amistad en los buenos momentos compartidos durante la vida universitaria.

INDICE

Pagina
CONTENIDO V
INDICE DE CUADROS VII
INDICE DE FIGURAS VIII
INDICE DE ANEXO IX
RESUMEN XI
ABSTRACT XIII

1. INTRODUCCION 1

1.1 Objetivos 3

1.1.1 Objetivos general 3

1.1.2 Objetivos específicos 3

1.1.3 Hipótesis 3

2. REVISION BIBLIOGRAFICA 4

2.1 Ensilaje 4

2.1.1 Ventajas del Ensilaje 4

2.1.2 Desventajas del Ensilaje 5

2.2 Característica del Ensilaje de Avena 6

2.3 Cambios bioquímicos durante el ensilaje 7

2.4 Microorganismos que actúan en el Ensilaje 8

2.4.1 Bactérias Lácticas 8

2.4.2 Bactérias Coliformes 9

2.4.3 Bactérias Esporuladas 9

2.5 Tipos de Fermentaciones 10

2.5.1 Fermentación láctica 10

2.5.2 Fermentación acética 11

2.5.3 Fermentación butírica 11

2.6 Sabores que dejan los Tipos de Fermentación 11

2.7 Urea 12

2.7.1 Utilización de la urea como fuente de Nitrógeno no proteico 13

2.7.2 Procesos de la urea en el sistema digestivo de los bovinos 14

2.7.3 Condiciones necesarias para obtener un buen ensilado 17

2.7.3.1 Anaerobiosis rápida y duradera 17

2.7.3.2 Buena compactación 17

2.7.3.3 Alimento suficiente para las bacterias 18

2.7.3.4 Adecuado contenido en Materia Seca 18

2.7.3.5 Contaminación con tierra 19

2.7.3.6 Tamaño del picado 19

2.8 Composición química del ensilaje 19

2.8.1 Proteína Cruda 19

2.8.2 Extracto Etéreo 20

2.8.3 Cenizas 21

2.8.3.1 Calcio 22

2.8.3.2 Fosforo 22

2.8.3.3 Interrelaciones entre calcio, fosforo y vitamina D 23

2.8.4 Materia Seca 23

2.9 Calidad del Ensilado 24

2.9.1 Excelente calidad 25

2.9.2 Buena calidad 25

2.9.3 Regular calidad 25

2.8.4 Mala calidad 26

3. MATERIALES Y METODOLOGIA 28

3.1 Localización 28

3.1.1 Ubicación geográfica 28

3.2 Características Agroclimáticas 28

3.2.1 Fisiografía 28

3.2.2 Clima 29

3.2.3 Suelo 30

3.2.4 Vegetación 30

4. MATERIALES Y MÉTODOS 32

4.1. Silos subterráneos 32

4.1.1 Material vegetal 32

4.1.2 Material de Campo 32

4.1.3 Material de Laboratorio 32

4.1.4 Material de Gabinete 33

4.2 Metodología 33

4.2.1 Diseño Experimental 33

4.2.2 Modelo Lineal Aditivo 33

4.2.3 Croquis del ensayo 34

4.3 Procedimiento Experimental 35

4.3.1 Procesamiento del Ensilaje 35

4.3.1.1 Segado de la planta 35

4.3.1.2 Llenado y compactado de forraje picado 36

4.3.1.3 Tapado y Sellado 36

4.3.1.4 Apertura de las Fosas y muestreo 36

4.4 Variables de respuesta del ensilaje de avena 37

4.4.1 Variables Químicas 37

4.4.1.1 Proteína cruda 37

4.4.1.2 Extracto Etéreo 37

4.4.1.3 Cenizas 38

4.4.1.4 Calcio 38

4.4.1.5 Fosforo 38

4.4.1.6 pH 39

4.4.1.7 Materia Seca 39

4.5 Variables de ácido láctico, ácido acético y ácido butírico 39

4.5.1 Contenido de ácido láctico superior al 3% del peso del producto fresco 39

4.5.2 Contenido de ácido acético inferior al 0.5% del peso del producto fresco 39

4.5.3 Contenido de ácido butírico inferior al 0.3% del peso del producto fresco Y el pH inferior a 4,5 40

4.6 Características Organolépticos o Variables Físicas 40

4.6.1 Excelente calidad 40

4.6.2 Buena calidad 40

4.6.3 Regular calidad 41

4.6.4 Mala calidad 41

4.7 Análisis Económico 41

4.8 Análisis Estadístico 42

5. RESULTADOS 43

5.1 Composición química del ensilado 43

5.2 Variables químicas 44

5.2.1 Proteína Cruda 44

5.2.2 Extracto Etéreo 48

5.2.3 Cenizas 51

5.2.4 Contenido de Calcio 53

5.2.5 Contenido de Fosforo 56

5.2.6 P^H del ensilado de avena con urea 58

5.2.7 Materia seca 61

6. CALIDAD DEL ENSILADO 65

6.1 Contenido de Ácido Láctico 65

6.2 Contenido de Ácido Acético 68

6.3 Contenido de Acido Butírico 70

7. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE DE AVENA 71

8. ANÁLISIS ECONÓMICO 72

9. CONCLUSIONES 73

10. RECOMEDACIONES 74

11. BIBLIOGRAFIAS 75

INDICE DE CUADROS

Nº **Pagina**

Cuadro 1. Características Físicas del Ensilado 24

Cuadro 2. Datos de Temperaturas Máxima, Mínima; precipitación y evapotranspiración 29

Cuadro 3. Especies vegetales que habitan en la Estación Experimental Choquenaira 31

Cuadro 4. Composición y principios nutritivos del ensilaje de avena en función a la urea como aditivo complementario 44

Cuadro 5. Análisis de Varianza de Proteína Cruda con la adición de diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 45

Cuadro 6. Comparación de medias para Proteína Cruda, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 46

Cuadro 7. Análisis de varianza para Extracto Etéreo en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea 49

Cuadro 8. Comparación de medias para Extracto Etéreo, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 50

Cuadro 9. Análisis de Varianza para Ceniza en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea..... 52

Cuadro 10. Comparación de medias para Cenizas adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 53

Cuadro 11. Análisis de Varianza para Calcio en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea..... 54

Cuadro 12. Comparación de medias para Contenido de Calcio, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 55

Cuadro 13. Análisis de Varianza para Fosforo en el ensilaje de avena mediante adición de diferentes concentraciones de urea.....57

Cuadro 14. Comparación de medias para Contenido de Fosforo adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 58

Cuadro 15. Valor P^H del ensilado de avena en función a la urea como aditivo ...58

Cuadro 16. Análisis de Varianza de P^H en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.....60

Cuadro 17. Comparación de medias para P^H, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 61

Cuadro 18. Análisis de Varianza para Materia Seca Ensilado de Avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea 63

Cuadro 19. Comparación de medias para Materia Seca de Ensilado de Avena, adicionando diferentes concentraciones de urea 64

Cuadro 20. Calidad del ensilado de avena en función a la urea utilizado como aditivo 65

Cuadro 21. Análisis de Varianza para Ácido Láctico en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea 67

Cuadro 22. Comparación de medias para Ácido Láctico, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 68

Cuadro 23. Análisis de Varianza para Ácido Acético en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea 69

Cuadro 24. Comparación de medias para Ácido Acético, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena 70

Cuadro 25. Características organolépticas de los diferentes tratamientos de ensilado de avena tratados con urea como aditivo 71

Cuadro 26. Determinación de B/C de los diferentes tratamientos 72

INDICE DE GRAFICAS

Nº

Pagina

Figura 1. Ubicación del Área de Estudio. 27

Figura 2. Variación del Contenido de Proteína Cruda en el ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 45

Figura 3. Contenido de Extracto Etéreo en el ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 48

Figura 4. Contenido de Cenizas del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 51

Figura 5. Contenido de Calcio del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 54

Figura 6. Contenido de Fosforo del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 56

Figura 7. P^H del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como Aditivo 59

Figura 8. Contenido de Materia Seca Ensilaje Fresco Avena y Materia Seca Ensilado con diferentes concentraciones de urea como aditivo 62

Figura 9. Contenido de Ácido Láctico del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 66

Figura 10. Contenido de Ácido Acético del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo 69

INDICE DE ANEXOS

Nº **Pagina**

Anexo 1. Análisis Físico-Químico (resultados expresados en base seca) XV

Anexo 2. Características Organolépticas del ensilaje de Avena XIX

Anexo 3. Costos de Producción de Ensilaje de Avena XXI

Anexo 4. Informe de Análisis XXIII

Anexo 5. Fotografías XXIX

RESUMEN

La reciente labor investigativa se realizó en los establecimientos de la Estación Experimental de Choquenaira perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad mayor de San Andrés, existe una distancia de 6 Km., del centro de la ciudad de Viacha ubicado en el distrito del Municipio de Viacha en la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, a una altitud de 3700 m.s.n.m.

El objetivo del presente estudio de investigación fue, evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de urea sobre el ensilaje de avena, para conocer el aumento en el contenido proteínico en el análisis bromatológico del ensilado de avena (*Avena sativa*).

El diseño estadístico que se aplicó para evaluar el trabajo de investigación fue Bloques completamente al azar, tres bloques y cuatro repeticiones.

Los resultados obtenidos constataron que los tratamiento T-2 (0.5% urea) presenta un mayor contenido de proteína cruda 13.54%. El porcentaje de Extracto etéreo se muestra al tratamientos T-3 (1.0% urea) y T-4 (1.5% urea) con mayores porcentajes 4.30% y 3.99%. En el caso de contenido de ceniza también el tratamientos T-3 (1.0% urea) y T-1(Testigo sin aditivo) obtienen mayor contenido de 9.53% y 8.93%. Respecto al Contenido de Calcio se determinó que el tratamiento T-3 (1.0% urea) presenta 0,27 % contiene un porcentaje mayor. En cuanto al porcentaje de Fosforo los tratamientos T-3 (1.0% urea) y T-2 (0.5% urea) con un contenido superior porcentual de 0.36% y 0.3366%. También se dieron valores en el porcentaje de materia seca ensilado donde los tratamientos T-4 (1.5% urea) y T-3 (1.0% urea) presentaron contenidos mayores 36.46% y 35.05% con relación a los tratamientos 1 y 2.

Los valores altos en contenido de ácido láctico se encuentran los tratamientos T-1 (Testigo sin aditivo) y T-2 (0.5% urea), cuyos porcentajes son de 5.30% y 4.03% respectivamente que tienen diferencia con los otros tratamientos. En los resultados de contenido acético se debe hablar de porcentajes menores que son los tratamientos T-2 (0.5% urea) y T-3 (1.0% urea); estos valores presentes son 0.020% y 0.010%. Los

resultados en cuanto al contenido butírico no registró ningún porcentaje en todos los tratamientos.

En el análisis económico el resultado dado fue que el tratamiento 1 tiene un B/C de 3.33 económicamente es aceptable al ser mayor a 1, es de mejor beneficio y costo.

Se puede concluir que la utilización de urea como elemento aditivo hacia los forrajes como la avena aporta al aumento sobre todo el contenido de proteína cruda y a los demás componentes como: extracto etéreo, ácido láctico, menor presencia de ácido acético y materia seca ensilado.

ABSTRACT

Recent research work was carried out on the premises of the Experimental Station Choquenaira belonging to the Faculty of Agronomy of the University of San Andrés, there is a distance of 6 km., The city center Viacha located in the district of the Municipality Viacha, Province Ingavi in the department of La Paz, at an altitude of 3700 m.s.n.m.

The objective of this research study was to evaluate the effect of different concentrations of urea on oat silage, to meet the increased protein content in silage compositional analysis of oat (Avena sativa).

It was drawn up silage at harvest oats feet, fodder grinder attached to an agricultural tractor for semi underground storage silo. It was waterproofed with a nylon polyethylene sheet for each small silo, was deposited evenly and in the same manner then the chopped forage urea according to calculated for each treatment T-1 (witness without additive), T-2 (0.5% urea), T-3 (1.0% urea) and T-4 (1.5% urea). Four treatments were carried out in three blocks. Then another layer of chopped forage stood; and it is compacted by hand to remove air from each of the silos. I was ensiled for a period of 90 days underground.

The statistical design was applied to evaluate the research was a randomized complete block three blocks and four replications.

The results confirm that treatment T-2 (0.5% urea) has a higher crude protein content 13.54%. The ether extract proportion shown to treatments T-3 (1.0% urea) and T-4 (1.5% urea) with higher percentages 4.30% and 3.99%. For ash content also treatments T-3 (1.0% urea) and T-1 (Control without additive) obtain higher content of 9.53% and 8.93%. With regard to the calcium content it was determined that treatment T-3 (1.0% urea) has 0.27% contains a higher percentage. As for the percentage of phosphorus treatments T-3 (1.0% urea) and T-2 (0.5% urea) with a higher percentage content of

0.36% and 0.3366%. values are also given in the percentage of dry matter silage where treatments T-4 (1.5% urea) and T-3 (1.0% urea) had higher content 36.46% and 35.05% compared to treatments 1 and 2.

High values in lactic acid content are treatments T-1 (Control without additive) and T-2 (0.5% urea), whose percentages are 5.30% and 4.03% respectively having difference with the other treatments. In the results of acetic content you should mention that lower percentages are T-2 (0.5% urea) and T-3 (1.0% urea) treatments; These present values are 0.020% and 0.010%. The results in terms of content butyric no registration no percentage in all treatments.

To determine the economic analysis partial budgets and net profit used was applied to each of the treatments, the result given was that treatment 1 has a B/C 3.33 economically is acceptable to be greater than 1, it is of greatest benefit and cost.

It can be concluded that the use of urea as an additive element to the fodder like oatmeal contributes to the increase of the content of crude protein and other components such as ether extract, lactic acid, lower presence of acetic acid and dry matter silage.

1. INTRODUCCIÓN

La producción forrajera durante la estación de crecimiento de las plantas en la región altiplánica y valles interandinos de Bolivia, se ve limitada por las variaciones climáticas, principalmente por la ausencia prolongada de lluvias y temperaturas extremas; lo cual hace que el abastecimiento de pastos sea bastante deficitario para la manutención del ganado, especialmente en las épocas secas del año; que suele extenderse hasta los meses de noviembre o diciembre y el ganado tiene que pastear en las pasturas nativas, estas por lo general presentan bajos niveles de producción y la calidad es inadecuada, ya que el forraje seco es menos digestible y de bajo contenido de proteínas.

En las zonas ganaderas también la conservación de forrajes en estado de heno y/o ensilaje constituye una alternativa, tendiente a solucionar la deficiencia de alimentos existentes en la época de estiaje para la alimentación del ganado o una producción sostenida de carne, leche y lana, mediante el procesado de ensilado con la adición de aditivos que mejoren la calidad nutricional de los alimentos.

En las áreas ganaderas del altiplano, se tiene experiencias sobre la elaboración de ensilaje de avena y cebada, utilizando aditivos residuales de la industria como la melaza, salvado de trigo, granos molidos, chancaca (empanizado), etc.

Con resultados bastante satisfactorios desde el punto de vista nutricional; sin embargo, al no existir empresas industriales principalmente en el departamento de La Paz, hace que los costos de producción del ensilado se eleven, debido a que estos suplementos tienen que ser adquiridos en los departamentos de Santa Cruz o Cochabamba.

Por estas circunstancias, se considera la factibilidad de ensilar la avena con la adición de urea (46% N) como fuente de nitrógeno a concentraciones bajas, por constituir un insumo de fácil disponibilidad en el mercado local y además por ser fuente más económica de nitrógeno sólido, que podría sustancialmente incrementar el contenido proteínico y por ende mejorar la calidad del forraje conservado.

Los rumiantes a diferencia de los monogástricos, tienen la ventaja de suplementarse con nitrógeno no proteínico (NNP), en particular la urea, mediante el cual se incrementa la proteína bruta y resulta más palatable cuando se provee al ganado; aunque esto pareciera una operación simple, conlleva ciertos riesgos, como la intoxicación de los animales cuando se provee en concentraciones altas, pero pueden ser enmendados empleando dosis adecuadas. (Araujo, 1989).

En estudios realizadas por Poma (2011), aplicando urea y melaza de caña, durante el proceso de ensilado con cebada en el altiplano Norte, obtuvo un incremento considerable en el tenor proteínico de 25.44% con respecto a los tratamientos tratados con aditivos.

Por lo que se considera necesario probar la aplicación de urea a diferentes concentraciones tendiente a mejorar la calidad del ensilado. En tal sentido, el propósito del presente trabajo es incrementar valor nutritivo del silaje de avena mediante la aplicación de urea como aditivo, en diferentes concentraciones.

1.1 Objetivos

1.1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto de la urea como aditamento, en la composición química del ensilado de avena *(Avena sativa. L)* a realizarse en Estación Experimental de Choquenaira.

1.1.3. Objetivos específicos

- Determinar la composición química del ensilaje bajo la adición de cuatro concentraciones de urea durante el proceso de ensilado e identificar el efecto de la concentración de la urea en la composición química.

- Evaluar las variaciones y proporciones del ácido láctico y acético en el ensilado bajo el efecto de cuatro concentraciones de la urea al momento de la apertura de los silos.

- Efectuar el análisis económico de los diferentes concentrados de la urea en el ensilado de avena *(A. sativa. L)*.

1.1.4 Hipótesis

La adición de urea en diferentes concentraciones no altera la composición química del ensilado de avena.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ensilaje

Ruiz y Tapia (1987), definen al proceso de ensilaje como la técnica de conservar forrajes por medio de la fermentación anaeróbica; los nutrientes que se encuentran en la célula vegetal al ser liberados al momento de la muerte de las mismas, son utilizados por las bacterias lácticas y son transformados por la ausencia de aire o de oxígeno en ácido láctico.

Por su parte, Ojeda (1991) menciona al ensilado como un método simple de conservación y es bastante difundido en las zonas ganaderas; esta técnica consiste en efectuar cortes de los forrajes de los predios de producción y almacenarlo en un silo.

Sánchez (2005) señala, que este ensilado es resultado de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo, que se logra por la formación o adición de ácidos por las bacterias acidificantes. Por su parte, Flores (1987) conceptúa al ensilado como el método de conservación de los forrajes en estado verde y producto de la fermentación de una considerable cantidad de plantas forrajeras que puede ser comprimidos y finalmente son puestos en depósitos fuera del alcance del aire y agua.

2.1.1 Ventajas del Ensilaje

De acuerdo a Sánchez (2005), se destacan varias ventajas del ensilaje, entre las que se encuentran están:

- Permite almacenar forraje verde por tiempos prolongados.
- Mantiene el sabor y el valor nutritivo del forraje conservado.
- Incrementa su valor vitamínico, principalmente de A.
- Resulta bastante útil para el control de malezas.
- Requiere menos espacio para almacenamiento de volúmenes .grandes.

Muller, (1973) citado por Achu, (1996) quien indica algunas ventajas más en la elaboración de ensilaje de pastos y leguminosas en la región altiplánica.

- La preservación de nutrientes es mucho más grande para el apropiado aprovechamiento alimenticio de los animales.
- Las condiciones climáticas causan menores perjuicios y daños durante el proceso del ensilado.
- Los alimentos suplementarios son menos necesarios.
- Cuando el ensilaje es realizado de buena manera, puede conservarse por largos periodos de tiempo; además existe poca pérdida de nutrientes relevantes.

2.1.2 Desventajas del Ensilaje

Respecto a las desventajas, del procesamiento del ensilado, Sánchez (2005) establece las siguientes:

- Mayor necesidad de contar con equipos y/o maquinaria agrícola, como picadores, cargadores y tractores.
- Mayor necesidad de contar con instalaciones de uso específico para el ensilado (silos: tipo trinchera, subterráneos, etc.).
- Requerimiento de costos adicionales para el uso de sustancias persevantes o conservantes para el ensilado.

Por su parte, Gonzales, (2000) citando a Bernal, (1986) señala que una de las desventajas más notorios es, cuando el ensilaje empieza a ser empleado después de sacado del silo, por lo que se debe proporcionar prontamente, para evitar pérdidas a causa de las pudriciones, contaminación con el medio ambiente y provoque un mayor daño al ensilado.

2.2 Característica del Ensilaje de Avena

Ruiz y Tapia (1987) mencionan que el ensilaje de las plantas de avena forrajera es mucho mejor que la cebada forrajera, por la alta relación de hoja - tallo existente y además las variedades de cebada son más precoces en su ciclo (120 días).

Las plantas de avena son más tolerantes a la humedad y en estado de ensilaje 20% de floración, se constituye en un forraje bastante apetecible y digestible, especialmente para el ganado bovino, favoreciendo mayormente a las vacas lecheras en estado de lactación por la considerable cantidad de azúcares que posee (Juscafresca, 1980).

El ensilado de avena en asociación con Vicia y raigrás según Duran, (2007) resulta bastante bueno desde el punto de vista nutricional, y la existencia de mayor palatabilidad y preferencia del animal en los diferentes estados fisiológicos de los bovinos.

Al respecto FEDNA (2012) enfatiza sobre la alta propiedad de este cereal por su alto contenido de carbohidratos 58.2 gr/100 gr de avena que interviene en la transformación en el ácido láctico con menor poder de tampón y un contenido de materia seca a ensilar de 20.0%.

2.3 Cambios bioquímicos durante el ensilaje

Cuando el forraje se corta la planta continua viva, respirando hasta un cierto tiempo, paralelamente se desarrollan un gran número de bacterias aeróbicas, conjuntamente con las enzimas de la planta, usan los hidratos de carbono solubles produciendo calor y anhídrido carbónico. Cuando todo el oxígeno inicia la fase anaeróbica, en la cual actúan las bacterias productoras de ácido láctico (FAO.1977).

Para Ruiz y Tapia, (1987) cuando una planta forrajera es ensilado, la respiración aeróbica continua por un tiempo más en la células aun vivas alrededor de 5 horas; se genera agua, CO2 y un elevado calor en el interior del silo. La cantidad de oxigeno disponible produce la elevación de la temperatura de acuerdo a como se realizó la compactación del forraje.

Resalta el mismo autor, al disminuir posteriormente la respiración por causa del sellado del silo, impidiendo la entrada de aire y concluye con la muerte de las células pasando a la siguiente que es la fase de respiración anaeróbica y el inicio de trabajo de los microorganismos.

Se llama actividad enzimática respiratoria de las plantas, aquellas que prosiguen en los vegetales ensilados, mientras continúe un adecuado pH y la condiciones aeróbicas no tengan cambios bruscos; El proceso consiste en que los carbohidratos hidrosolubles se oxidan hasta formar al dióxido de carbono y agua, con un aumento de la temperatura de la masa ensilada. (McDonald, 1988).

2.4 Microorganismos que actúan en el Ensilaje

2.4.1 Bacterias Lácticas

Ojeda (1991) considera que las bacterias lácticas son muy importantes de todos los microorganismos que participan durante el proceso de ensilaje, por ser la responsable de producir el ácido láctico y además reduce el pH a un mínimo de 3.8, donde termina toda actividad de microorganismo. Esta bacteria láctica tiende a utilizar de manera eficiente todos los carbohidratos presentes en el ensilado.

Por su parte, McDonald (1988) indica que las bacterias lácticas trabajan multiplicándose rápidamente, una vez ensilado el forraje, provocando la fermentación de los carbohidratos hidrosolubles, para luego producir los ácidos orgánicos, como ser el ácido láctico que influye en la reducción del pH y la que causa que no exista ninguna actividad microbiana de otras bacterias, hasta que el producto se estabilice bajo condiciones anaeróbicas.

Las Bacterias lácticas atacan por medio de las enzimas a la gran variedad de compuestos orgánicos, estos microorganismos que son complejos trabajan en la fermentación láctica, corresponden a las especies *L. bulgaricus, L. plantarus*y *L.brevis,* del género *Lactobacillus;* estas especies tienen una cobertura total en los forrajes ensilados y además no interviene ningún aditivo de tipo acidas minerales (Ruiz y Tapia, 1987.).

2.4.2 Bacterias Coliformes

Según, Ruiz y Tapia (1987) las bacterias coliformes, se presentan en forma abundante, cuando empieza el proceso de la fermentación luego llegan a producir el ácido acético, esto debido al desempeño de los microorganismos, que pertenecen al género de *Coliaerogenes,* generalmente se encuentra en el medio ambiente del terreno y en las poblaciones de las plantas.

Para McDonald, (1988) las B. coliformes, pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, entre las que abundan están las especies Echerichia *y* Klebsiella. Estos microorganismos tienen la característica de producir el ácido acético; este ácido es el resultante de la fermentación final de los azucares y la calidad tiende a bajar.

El mismo autor establece que el pH apropiado para que estas bacterias coliformes se multipliquen rápidamente es de 7.0 solo pueden trabajar en la fase inicial de la fermentación.

2.4.3 Bacterias Esporuladas

Según Ruiz y Tapia, (1987). Las Bacterias del genero C*lostridium r*ealizan una actividad netamente perjudicial y tienen la capacidad de metabolizar la glucosa y otros azucares produciendo el ácido butírico.

Así mismo manifiesta, a diferencia de los lactobasilos, no logran desarrollarse, cuando la acidez es mayor que la correspondiente en un PH 4.2, porque las cepas de algunas bacterias proteolíticas descomponen las proteínas, entre estas bacterias se tienen a: *Clostridium sporogenes, Cl. Putrificum, los Proteus, Pseudomonas, Bacillus subtilis; generalmente e*stas bacterias desprenden amoniaco (NH_3), ácido valeriánico, ácido

sulfhídrico (H_2S) y ácido caprócico; que contribuyen a dar el mal olor y es típico de los ensilados mal procesados.

A su vez, Ojeda (1991) indica que las Bacterias Esporuladas, por lo general se conducen por dos sustratos:

- Los *Clostridios sacaroliticos* efectúan la fermentación en los carbohidratos solubles y en el ácido láctico. Utiliza dos radicales de ácido láctico como energía para formar una molécula de ácido butírico, provocando el aumento del pH y la posterior aceleración de la reacción.
- Los *Clostridios proteolíticos* fermentan los aminoácidos al ser liberados por efecto de la solubilización a los que son sometidas las proteínas con el resultado de un olor desagradable y sabor indeseable. Promoviendo la formación de amoníaco, que tiene un carácter neutralizante del pH; el cual no permite la estabilización del ensilado.

2.5 Tipos de Fermentaciones

De acuerdo a Flores, (1987) existen varios tipos de fermentaciones que se suelen registrarse durante el periodo de ensilado; entre las que se destacan son:

2.5.1 Fermentación láctica

Posee como agente principal al fermento láctico que transforma el azúcar en ácido láctico. Entre los preferentes de estos grupos de fermentos lácticos, se encuentran o

se hallan en las materias verdes de los forrajes, que se encuentran en estado de fermentación y las que son excelentes son aquellos que se desarrollan a una temperatura que oscila entre 35º y 50º C y tienen la facultad de vivir sin oxígeno.

2.5.2 Fermentación acética

Este compuesto se produce por el cambio de alcohol en ácido acético que resulta vinagre y agua. La temperatura en que ocurre esta fermentación queda comprendida entre 20º y 30º C. Con la presencia de humedad este fermento fenece, cuando llega a una temperatura aproximada de 45º C. El aire es el medio principal por el cual logra desarrollarse para cumplir con el proceso.

2.5.3 Fermentación butírica

Este compuesto butírico, generalmente se manifiesta por la actividad del *Clostridios sacaroliticos*, el cual se desenvuelve desintegrando el azúcar o el ácido láctico. Para este cometido requiere de altas temperaturas y pueden vivir sin la presencia del aire y no logra soportar los ácidos o pH bajos.

2.6 Sabores de Tipos de Fermentación

Ruiz y Tapia, (1987) manifiestan que la fermentación láctica produce un sabor aromático muy parecido a nogal ácido y con olor a leche avinagrada. El silaje de mejor resultado es dulce y de color amarillo verdoso y dorado. Mientras la fermentación

acética tiene un sabor agrio, por lo regular se lo conoce como silaje agrio; sin embargo, registra un silaje de color verde intenso y olor a vinagre.

Con respecto a la fermentación butírica, los autores llaman silaje butírico y esta presenta un color demasiado oscuro llegando a negro y un olor a pescado podrido y/o, manteca rancia, que suele ser por lo general impalatable.

2.7 Urea

La urea es la fuente más barata de nitrógeno sólido, es un compuesto blanco, cristalino y bastante soluble en agua, es utilizado como fertilizante en los cultivos agrícolas y en la nutrición animal (Sánchez, 2005).

La urea por su carácter higroscópica, la misma autora añade que se puede cuajar con mucha facilidad, lo que provoca que no pueda mezclarse con los piensos sólidos. Pero se puede usar de otro modo, si se añade en forma de suspensión o de solución en las melazas.

Araque, (1995) indica que es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin olor identificado con la formula N2H4CO, elaborados en plantas industriales químicas; que está constituido por un 46% de nitrógeno. Para su utilización depende de la habilidad de la flora microbiana del rumen de los herbívoros para incorpórala en la formación de sus propios tejidos.

Así mismo el autor resalta de lo beneficioso que es para el animal desde el punto de vista nutritivo, habiendo forraje de baja calidad, que puede provocar el deseo de

consumir más, como también en las tasas de digestión de la fibra y de pasaje del alimento a través del tracto digestivo.

Alcázar (1997), menciona que la urea es un compuesto cuaternario constituido por Hidrogeno, Oxigeno, Nitrógeno y Carbono de color blanco-cristalino con un sabor amargo, que puede disolverse en agua y alcohol con cierta facilidad, químicamente se denomina como una amida. En cuanto a la utilización de la urea en la alimentación, es para cubrir la deficiencia proteínica en la dieta y disminuir la cantidad de harinas proteicas con el fin de bajar los costos de alimentación. Cuando este aditivo está dirigido para la alimentación de rumiantes tiene un porcentaje de equivalente proteínico 46,4 N_2 x 6,25 = 290%.

Ureña, (2012) indica que la urea es la fuente más popular de nitrógeno no proteico para las raciones de los rumiantes. Debe ser manejado con prudencia para evitar intoxicaciones en las concentraciones; los alimentos adecuados suplementados con urea son aquellos que tienen alto valor energético, bajo en proteínas y bajos en niveles de nitrógeno no proteico. Es decir que no debe ser combinado con suplementos ricos en nitrógeno altamente disponible.

2.7.1 Utilización de la urea como fuente de Nitrógeno no proteico

Para cubrir las necesidades proteínicas en la alimentación del ganado lechero, se puede recurrir a la utilización de la urea sin dificultad como fuente de nitrógeno no proteico y otras sales de amonio (López, 1989).

El mismo autor establece, que el amoniaco es el producto concluyente nitrogenado para los rumiantes, lo cual se utiliza para la síntesis bacteriana y protozoarios de las proteínas que posteriormente son asimilados por el intestino delgado del animal.

Por su parte, Alcázar (1997) explica que la urea es el principal compuesto de nitrógeno no proteínico, porque posee un valor importante dentro de la alimentación de los rumiantes, en el aporte de nitrógeno para la estructuración de nuevas proteínas. Pero a pesar de esto no satisface las necesidades de nitrógeno para los microorganismos ruminales, como también de los tejidos animales. También complementa que el nitrógeno no proteínico es utilizado por los microorganismos en el tracto digestivo para sintetizar proteínas que depende de la cantidad de energía fermentable de los alimentos.

Según Duran, (2007) la importancia del nitrógeno no proteínico junto con los carbohidratos es fuente principal para la producción ruminal de microbios, ácidos grasos volátiles, amoniaco, metano y bióxido de carbono, estos por lo general se expresan en unidades en gramos de carbohidratos fermentables por gramo de proteína microbial que se produciría en un tiempo determinado.

Con respecto del nitrógeno no proteico, según Cañas (1995) son compuestos utilizados como un constituyente normal de la dieta y para su metabolismo. Puesto que los compuestos nitrogenados no proteínicos están presentes normalmente en los fluidos ruminales del bovino y son utilizados en los procesos metabólicos.

El mismo autor establece que la hidrólisis de estos compuestos de NNP está influenciada por la acción enzimática y se puede presentar diferentes enzimas para cada compuesto; en este caso al utilizar la urea cuando es predominante como sustrato, la enzima es ureasa.

2.7.2 Procesos de la urea en el sistema digestivo de los bovinos

Fernández, (2008) menciona que los microorganismos del rumen tienen la facultad de sintetizar todos los aminoácidos existentes, así como los esenciales para el

aprovechamiento del animal para sus procesos de mantenimiento, reproducción y producción. Con esta particularidad los rumiantes por lo general no dependen de la calidad proteínica ingerida.

También el autor indica que pueden reemplazar las proteínas mediante la presencia del nitrógeno que vienen en compuesto sencillos, como son los compuestos de nitrógeno no proteínico, entre las que se destacan la urea y las sales amoniacales.

Al descomponerse la proteína verdadera presente en los forrajes frescos, conservados y suplementarios, también ante la presencia de los compuestos nitrogenados no proteínicos como la urea, que después de descomponerse en el rumen en amoniaco y en cadenas carbonatadas que provienen de los azucares solubles junto con el almidón de los alimentos; además se produce energía en el rumen que es necesaria para la formación de proteína microbiana, debido a la combinación de amoniaco con las cadenas carbonadas se llegan a multiplicar los microorganismos en el rumen que tienen la tarea de someter a la fibra, los azucares y almidones de los alimentos (Fernández, 2008).

Al respecto Whittier, (2013) explica que de acuerdo a los resultados, se puede establecer, que en el proceso de fermentación el amoniaco proveniente de la urea sufre una descomposición dentro del rumen con la participación de los microorganismos; como también, el trabajo mutuo del amoniaco con los carbohidratos forman los aminoácidos para finalmente formar proteínas.

El mismo investigador añade, que las proteínas formadas a partir de compuestos de nitrógeno no proteico, como la urea son análogas porque poseen la misma composición química orgánica que los aminoácidos de las proteínas verdaderas y están disponibles para el beneficio del animal.

Según Sewell, (2013) la urea es un elemento que sirve para sustituir la proteína vegetal en la alimentación bajo consumo por raciones en el ganado bovino y ovino; pero solamente puede reemplazar una parte de la proteína en la dieta. Con las bacterias y protozoos en el rumen y por acción de las enzimas la proteína verdadera es transformado en péptidos, aminoácidos, como también de la síntesis del amoniaco a partir de la urea que llegan a realizar las mismas enzimas, producidos por los microorganismos.

Van Lier y Regueiro, (2008) refieren al aprovechamiento de la proteína microbiana de donde el rumiante obtiene los aminoácidos a partir de la degradación de la misma; esta digestión de las proteínas microbianas ocurre en el abomaso e intestino delgado. La ruminación de las fibras de las gramíneas (celulosa y hemicelulosa); de acuerdo a Infocarne, (2012) son reducidos en partículas y son expuestos los azucares a la fermentación microbiana; el producto de este proceso son los ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos por la paredes celulares del rumen para ser parte del proceso de metabolismo y estas son utilizados como fuente de energía para la formación de aminoácidos, luego en proteína microbiana; finalmente son tratados en los órganos del cuerpo para la transformación en nutrientes como precursores para la síntesis de tejidos, como son los músculos y grasas.

Parish y Rhinehart, (2008) indican, cuando existe un desequilibrio fisiológico, se produce una intoxicación, debido a que el amoniaco necesita fuentes de carbono para evitar exceso de amoniaco, porque en el torrente sanguíneo dl hígado, no puede eliminar con cierta rapidez, causaría el amoniaco la toxicidad provocando malestares en su organismo que puede causar en ciertas ocasiones la muerte.

Al respecto, Sewell (2013) considera que el amoniaco al ser liberado de la urea, puede ir por dos vías 1) convertirse en proteína microbiana y 2) o son absorbidos por la pared ruminal, para ir al torrente sanguíneo y que es llevado hacía el hígado, este tiene el papel de desintoxicar el amoniaco de la urea por medio de la excreción vía urinaria.

Tanto las bacterias y como los protozoos llegan a hasta el tracto digestivo donde son digeridos finalmente.

2.7.3 Condiciones necesarias para obtener un buen ensilado

Serrentino (2011), cita las siguientes condiciones para tener un buen ensilado:

2.7.3.1 Anaerobiosis rápida y duradera

El proceso de anaerobiosis se originan cuando las células vegetales tienden a respirar y ocurre la liberación de energía; esta energía es 20 veces mucho mayor al proceso de fermentación. Seguidamente el ensilado aumenta de temperatura raudamente; por lo común no debe pasar los 50 ºC, porque las proteínas pierden su calidad y este es un proceso irreversible, también afecta a la degustación del silo; lo ideal que no supere los 36 o 38 ºC.

2.7.3.2 Buena compactación

Cuando se tiene el forraje picado disponible, este se calienta y el aire caliente puede elevarse por el ingreso del aire frio en la parte inferior, lo cual produce quemaduras en el pasto picado útil y provocando menor aprovechamiento en la digestibilidad. Para impedir tales sucesos se debe pisar o compactar inmediatamente, de lo contrario se registrará pérdidas.

2.7.3.3 Alimento suficiente para las bacterias

- Suficientes cantidades de azúcares solubles disponibles y mayor anaerobiosis.
- El maíz es uno de los cultivos con mayor contenido de azucares fermentables
- Las pasturas en pleno crecimiento poseen bajos contenidos de azucares solubles, ocurre menor fermentación, es más lenta la acidificación y aumentan las posibilidades de que las proteínas sufran ataques de organismos, produciendo una disminución en la acidez general.

2.7.3.4 Adecuado contenido en Materia Seca

El corte del forraje debe ser en el momento oportuno, no se debe apresurar tratando de buscar facilitar el trabajo; como ejemplo, el maíz cuando no es maduro todavía, causa problemas cuando se cosecha con un 28% de MS, en lugar de 33%, lo cual es requerido y recomendado; llegándose a producir una pérdida del 15% en peso de materia seca; es decir, llega a faltar material útil, lo cual es negativo para el proceso de ensilado.

También, si el forraje tiene un elevado contenido de agua y es menor en concentración de azucares, la materia prima para las bacterias hace que resulte ineficiente la fermentación. A la inversa cuando el cultivo se deja pasar la época de corte, el forraje puede estar seco; lo cual es perjudicial para lograr una buena compactación que será muy difícil por ser bastante duro el forraje.

2.7.3.5 Contaminación con tierra

Los C*lostridiums* generan muchos problemas que provocan la fermentación butírica; este organismo consume azúcares y ácido láctico, ocasionando un incremento en las perdidas de energía y la disminución de la calidad.

2.7.3.6 Tamaño del picado

La fermentación es extracelular y para llevarse a cabo es necesario que los azucares presentes en el flujo celular estén disponibles. Esto se logra por resquebrajadura de la membranas celulares en el picado o por causa de la liberación del contenido celular luego de producida su muerte. Esto, más una buena compactación, fundamentan la necesidad de lograr un picado realmente fino.

2.8 Composición química del ensilaje

2.8.1 Proteína Cruda

Barreto (2010) establece que las proteínas son compuestos químicos constituidos por aminoácidos; que además en su molécula contiene 16% de nitrógeno y algunas veces está presente el azufre en su conformación. Cuando se debe determinar el contenido de proteína se multiplica por 6.25 para conocer la cantidad de proteína de una especie vegetal.

También, señala que las proteínas de origen animal y vegetal son diferentes en su estructura, como en el valor nutricional y valor biológico. Está constituido por

aminoácidos del grupo amino (NH2); los cuales son indispensables para el crecimiento, mantenimiento de los tejidos corporales, reproducción, lactancia y es alternativa como fuente de energía en algunos momentos.

El elemento básico para la síntesis de proteínas según, San Miguel (2006) es el nitrógeno; al obtener los nutrientes de las plantas los animales llegan a disponer entre 18 a 22 aminoácidos; los mismos son necesarios y esenciales, los cuales deben ser suministrados en los alimentos.

De Alba (1974), citado por Tola (2002), destaca la importancia del contenido de proteína cruda que existe en las plantas forrajeras, ya que es un parámetro para determinar la calidad del forraje, el cual será utilizado como ensilaje o como alimentación directa, porque los microorganismos del rumen que llegan a tal punto de tomar otras vías de nitrógeno para transformarlo en aminoácidos y posteriormente a proteína bacteriana.

2.8.2 Extracto Etéreo

Morrison (1980) describe, las grasas están compuestas por carbono, hidrogeno, oxigeno; pero la presencia abundante de carbono y de hidrogeno son mucho más mayores; además de oxidarse las grasas generan 2.25 veces más calor y energía al igual de peso, que los hidratos de carbono por esta razón se considera un mayor valor alimenticio para los animales. La formación de una molécula de grasa necesita de la fusión de tres moléculas de ácidos grasos junto con la acción de glicerol.

La enciclopedia Bovina (2013) señala que las grasas y aceites son componentes esenciales y de mucho valor dentro de los alimentos o raciones, por constituir una

fuente de energía muy rica; por lo que se establece gramo de grasa contiene la misma energía que el correspondiente 2.5 g de carbohidratos lo cual se le considera vital en la etapa de lactancia de los terneros. Por su parte, Sequeiros, (1998) menciona, las grasas son altamente energéticas, confiere un mejor sabor a la ración y aportan también con ácidos grasos esenciales.

Barreto (2010) indica que en los granos y semillas, el extracto etéreo se manifiesta como grasa verdadera, pero en las plantas forrajeras el extracto etéreo consiste en sustancias con más del 50% como esteroles o colesterol, carotenos, xantofila, clorofila, fosfolípidos y ceras.

2.8.3. Cenizas

Rojas, (1999). Las cenizas son la materia inorgánica que constituye la composición de los alimentos llamados sales minerales. Las cenizas es el residuo después de la calcinación de la materia orgánica de los alimentos; la misma calcinación se deberá realizar a una temperatura prudente que llegue a alcanzar lo necesario para quemar la materia orgánica y que se destruya completamente.

Añade el mismo texto cuando hay un excesiva calor en el horno los compuestos inorgánicos pueden sufrir alteraciones como ser fusión, descomposición, volatilización, o cambio en su estructura. La incineración desase completamente la materia orgánica produciéndose un cambio en su naturaleza pues las sales metálicas de los ácidos orgánicos se transforman en óxidos o carbonatos, a su vez pueden puede producir la reacción y formación de fosfatos, sulfatos o haluros.

2.8.3.1 Calcio

Según Maynard, (1981) la presencia del calcio en los huesos son de dos fases; 1) no cristalina o amorfa que es el fosfato tricalcico hidratado y 2) la fase cristalina llamada hidroxiapatita. La amorfa se encuentra en mayor magnitud en los huesos jóvenes y viceversa en los huesoso maduros. En los tejidos blandos el calcio está al 1% fuera de los huesos que está distribuido en los tejidos del organismo. En la sangre es necesario, porque ayuda en la coagulación de la sangre y es fundamental en la transformación de la protrombina en trombina.

También indica que el calcio no se encuentra en las células sanguíneas, pero en la mayor parte de las especies poseen un rango de 9 y 12 mg/100 ml de plasma. En la sangre el calcio se sitúan en forma soluble o ionizada, el cual es el 60% del total de calcio en la sangre y los otros 40% se posicionan unidos a las proteínas del plasma y a la albúmina.

Para Mufarrege, (1999) el Ca en suero está entre 10 a 12 mg Ca/dl, donde se encuentra regulado por la Hormona Paratiroidea, si el calcio baja en la sangre se produce la secreción de esta hormona compleja en mayor aumento. Así mismo, el autor añade que la vitamina D, es el causante de una amplificación en la alianza entre el calcio con las proteínas, acto que se produce en la mucosa intestinal.

2.8.3.2 Fosforo

Maynard, (1981) manifiesta que el fosforo es parte de la formación de hidroxiapatita junto con el calcio; en los tejidos blandos, su aporte en cantidades no despreciables, integra la formación de fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolipidos, fosfocreatinina y hexosa-fosfato.

Respecto a las cantidades, el autor indica en la sangre el contenido de fosforo por cada 100 ml está en un rango de 35 a 45 mg y se encuentran en la mayoría de las veces dentro de las células; en la nutrición animal la importancia de este compuesto, está en el fosforo inorgánico que se halla en el plasma. A la deficiencia de fosforo se conoce como hipofosfatemiaes, decir que causa niveles bajos sanguíneos y lo contrario en la suministración rico en este mineral produce hiperfosfatemia niveles altos sanguíneos.

2.8.3.3 Interrelaciones entre calcio, fosforo y vitamina D

Maynard, (1981) explica que dentro de la nutrición animal, el equilibrio de calcio con el fosforo es indispensable la participación de tres factores. Suficiente aporte de cada elemento, equilibrio correcto entre ellos y la influencia de la vitamina D. Estos factores mencionados están ligados entre sí; puesto que ante la ausencia de vitamina D, perjudica en gran manera la asimilación de calcio y fosforo que será pobre; a pesar de que los dos factores mencionados previamente sean óptimos.

2.8.4 Materia Seca

Según Barreto (2010), afirma que la materia seca de los alimentos es variable; los forrajes verdes contienen de 20 a 30% de MS; la humedad es mayor en los forrajes muy tiernos y jóvenes y disminuye a medida que maduran. Los forrajes deshidratados (henos) contienen alrededor del 15% de agua, los granos solo 9% (91 % de MS), los tubérculos y raíces contienen 90% de agua (10% de MS).

Al respecto Morrison (1991), plantea para determinar la cantidad de materia seca en los forrajes ensilados, hay que emplear métodos especiales a causa de la cantidad de ácidos orgánicos volátiles presentes y otros compuestos volátiles que contienen la materia seca.

2.9. Calidad del Ensilado

Según FAO, (1977) no existe norma fija de evaluar la calidad del ensilado, generalmente está basada en aspectos físicos del ensilaje, ya que la calidad del forraje dependerá de la respuesta animal a los cuales está destinado; sin embargo, se conocen algunas características físico - química que sirven de referencia para clasificar el ensilaje, la calidad del indicado forraje conservado.

Por su parte, Gamarra (2013) indica que un buen ensilaje de calidad debe reunir las siguientes características, como ser: el color y el olor, misma que se presenta a continuación (cuadro 1).

Cuadro 1: Características Físicas del Ensilado

ENSILADO DE BUENA CALIDAD	**ENSILADO DE MALA CALIDAD**
COLOR	**COLOR**
• Verde Amarillo • Verde Intenso • Dorado	• Café Oscuro • Negro
OLOR	**OLOR**
• Agradable no muy fuerte	• Desagradable • Olor a pescado malogrado • Olor a vinagre
SABOR	**SABOR**
• Agradable • Acido	• Amargo • Sabor a vinagre
TACTO	**TACTO**
• Suave y Uniforme al Tacto	• Pegajoso

En cuanto a las características organolépticas, Demanet, (2003) establece los siguientes caracteres:

2.9.1 Excelente calidad

Color: El color es verde oliva (aceituna) o café claro.

Olor: Agradable a tabaco ánfora, fruta madura.

Textura: Sus contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permanece unidas a los tallos, se observan todas las partes de las plantas.

2.9.2 Buena calidad

Color: Verde amarillento, los tallos con tonalidad más pálida que las hojas.

Olor: Agradable, ligero olor a vinagre. No deja residuos en las manos al ser tocado.

Textura: El forraje conserva todos sus contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permanecen unidas a los tallos. A diferencia del anterior no se observan todas las partes constituyentes de las plantas.

2.9.3 Regular calidad

Color: Verde oscuro. Tallos y hojas con igual tonalidad.

Olor: Acido con fuerte olor a vinagre. Dela en las manos un permanente olor a manteca rancia característica de ácido butírico.

Textura: Las hojas se separan fácilmente de los tallos; los bordes del forraje aparecen mal definidos; las hojas tienden a ser transparentes; muy amarillos los tallos leñosos.

2.9.4 Mala calidad

Color: Casi negro o negro.

Olor: Desagradable, con olor putrefacto a humedad. Deja un olor a manteca rancia en las manos, el cual permanece por horas. Alto olor a amoniaco que permanece en las manos durante todo el día, aun cuando se laven las manos con jabón o detergente.

Textura: No se aprecia diferencias entre hojas y tallos, los cuales forman una masa amorfa, jabonosa al tacto.

En cuanto a las características químicas, Ruiz y Tapia (1987) sugieren:

Contenido de materia seca superior o igual al 30%.
Contenido de ácido láctico superior al 3% del peso del producto fresco.
Contenido de ácido acético inferior al 0.5% del peso del producto fresco.
Contenido de ácido butírico inferior al 0.3% del peso del producto fresco, pH inferior a 4.5

La FAO, (1977) señala que para obtener un ensilaje de buena calidad el PH ideal debe estar dentro el rango de 3.9 a 4,8.

Cañas, (1995) citado por Polar (2000) afirma que las bacterias lácticas actúan sobre los carbohidratos disponibles en el forraje produciendo ácido láctico, fórmico y succínico. La fermentación ocurre a baja temperatura, con un óptimo de alrededor de 20°C o menos con forrajes con alto contenido de humedad y de 4.5 o menos si se trata de forrajes con poca humedad.

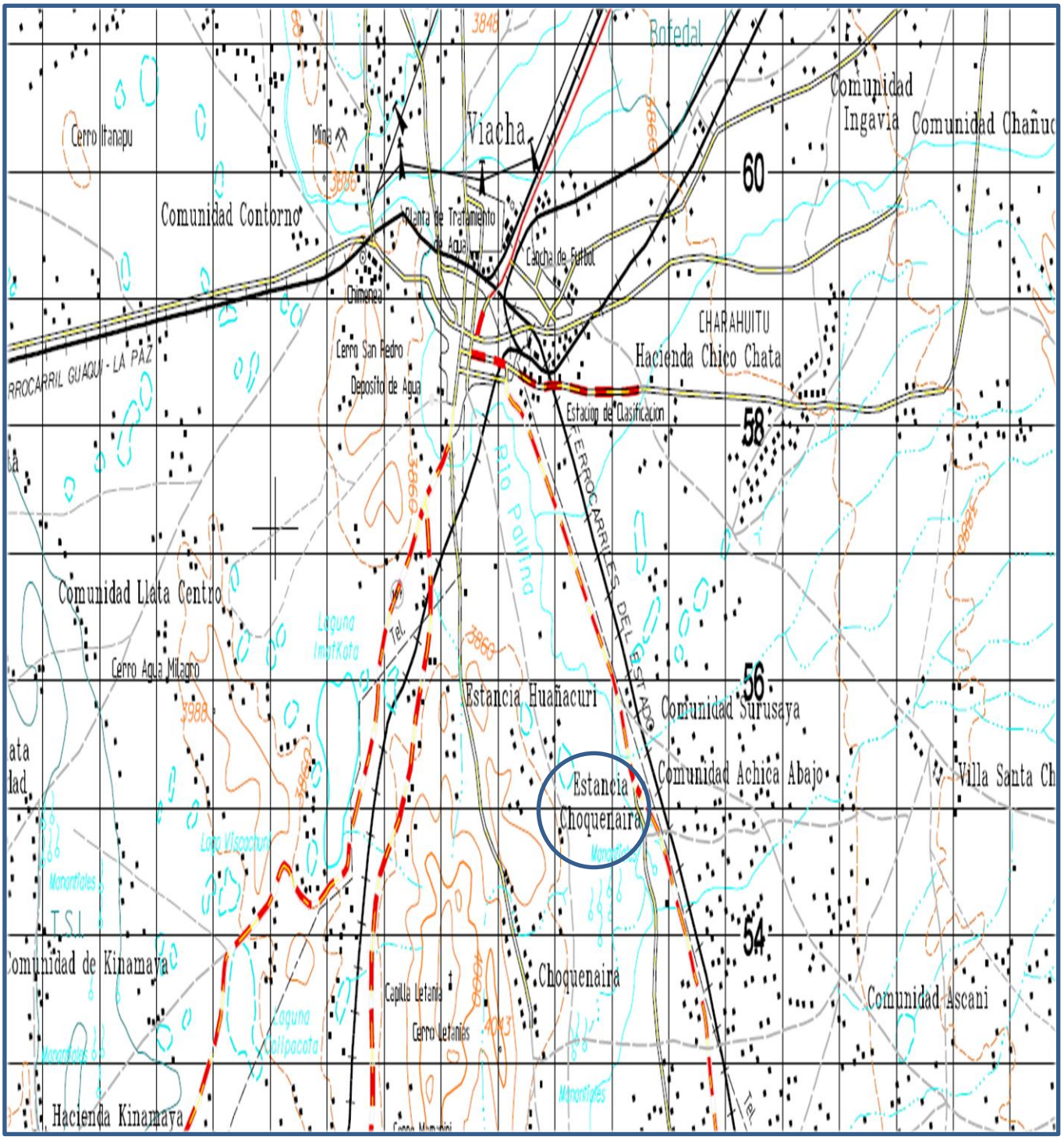


Figura 1. Ubicación del Área de Estudio.

3. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Localización

3.1.1 Ubicación geográfica

El experimento se realizó en las instalaciones de la Estación Experimental de Choquenaira perteneciente a la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés; localizada a un distancia de 6.0 km. de la población de Viacha, distrito III municipio de Viacha, situada a una altitud de 3870 m.s.n.m.

La ubicación geográfica está entre los paralelos 16º42' 5'' de latitud Sur y 68º15'15'' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y la distancia de la ciudad de La Paz es de 36.0 km al sur-oeste de la ciudad de La Paz, tiene una limitación al norte y oeste con los terrenos de la Radio San Gabriel y la colina Huacullani, al sur con la Comunidad Choquenaira y al este con el rio Pallina.

3.2 Características Agroclimáticas

3.2.1 Fisiografía

En la Estación Experimental de Choquenaira se presentan fluctuaciones en las Serranías, ladera y mayor planicie con algunas pequeñas ondulaciones, donde se encuentran dos grandes paisajes: Aluvial no inundable y Aluvial inundable, este último ocupa una espacio mayor del área central.

3.2.2 Clima

La Estación Experimental de Choquenaira tiene un “Clima Templado Frio” con una vegetación montano Estepa a Estepa espinosa (Holdridge, 1982).

Los registros climáticos que se efectuaron en el proceso durante el trabajo de investigación corresponden a la gestión agrícola 2012 – 2013 (Cuadro 2), con un registro mensual para los factores de temperaturas, precipitación y evapotranspiración, que se han cuantificado en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Datos de Temperaturas Máxima, Mínima; precipitación y evapotranspiración.

Meses	Precipitación Mes (mm)	Temperatura Mes Máxima Media (ºC)	Temperatura Mes Mínima Media (ºC)	Evapotranspiración Mes (mm)
Enero	89.02	15.5	4.0	94.8
Febrero	75.6	15.7	4.6	83.6
Marzo	35.1	18.0	3.0	96.3
Abril	19.8	18.2	-2.1	80.7
Mayo	22.5	17.0	-2.9	73.7
Junio	28.2	14.9	-5.2	59.2
Julio	13.4	15.8	-4.9	64.8
Agosto	19.0	16.6	-5.7	76.0
Septiembre	1.0	18.3	-3.7	90.8
Octubre	20.0	18.5	0.4	109.6
Noviembre	22.6	19.2	1.7	119.8
Diciembre	132.9	16.6	4.4	107.9
Total	**479.3**	**204.3**	**-6.4**	**1057.2**
Promedio	**39.94**	**17.02**	**-0.5**	**88.1**

Fuente: SENAMHI, Viacha (2013).

3.2.3 Suelo

De acuerdo a Callisaya, (1994) los suelos de la Estación Experimental de Choquenaira tienen una profundidad efectiva de 20 cm. y extremadamente delgados a muy delgados de menor desarrollo, son de fácil arado, respondiendo de forma excelente a los agregados orgánicos e inorgánicos.

De color gris oscuro en seco y gris muy oscuro cuando es húmedo. En cuanto al subsuelo de color gris oscuro en seco y gris en húmedo. Con una textura de carácter franco arcilloso a arcilloso de bloque subangular.

3.2.4 Vegetación

La vegetación natural de la planicie existente en la zona es de carácter Estepa subhúmeda Montano, con dominancia de especies de las gramíneas, además de la presencia de especies arbustivas, que distribuido en tres estratos de vegetales de porte bajo, mediano y alto (40 cms) de altura. (Callisaya, (1994).

Las especies nativas que habitan en la zona, están dadas en el siguiente cuadro (3).

Cuadro 3. Especies vegetales que habitan en la Estación Experimental Choquenaira.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Stipa ichu	Ichu
Festuca dolichophylla	Chillihua
Bromus unioloides (HBK)	Cebadilla
Distichlis humilis	Chiji blanco
Malvastrum sp.	Kcora
Scirpus rigidus	Totorilla
Lepidophyllum quadranngulare A.	Thola
Parastrephiaqua dranngulare A.	Thola
Hordeum andicola	Cola de ratón
Boutelona simplex	Llapa
Trifolium amabile	Layu
Taraxacum officinalis	Diente de León
Erodium cicutariium	Reloj Reloj
Muhlenbergia fastigiata	Cachuchiji (Chiji negro)
Achnaterum ichu	Paja brava
Lackemilla pinnata	Sillu sillu

Fuente: Callisaya (1994)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Silos subterráneos

Para el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo de investigación, se habilitaron nueve silos semi subterráneos con dimensiones de 1 x 1 x 1 metros (1.0 m^3) en los predios de la Estación Experimental de Choquenaira.

4.1.1 Material vegetal

El material vegetal utilizado para el ensilaje, fue la avena forrajera variedad Gaviota, procedente de la empresa de semillas forrajeras (SEFO- SAM) Fundo "La Violeta" UMSS, Cochabamba.

4.1.2 Material de Campo

- Picadora
- Horqueta
- Flexo metro
- Polietileno.
- Urea (46%N)
- Maso de madera
- Picota y pala

4.1.3 Material de Laboratorio

- Balanza Analítica
- Sobres de papel manila
- Bolsas de nylon
- pH metro
- Estufa

4.1.4 Material de Gabinete

- Computadora
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño Experimental

El análisis estadístico empleado en este trabajo de investigación, fue el diseño de Bloques Completamente al Azar, cuatro tratamientos y con tres repeticiones, según el modelo propuesto por Padrón (1996).

4.2.2 Modelo Lineal Aditivo

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = una observación cualquiera
μ= media general
α_i= efecto del tratamiento i
β_j= efecto de bloque j
ε_{ij}= error experimental para cada observación (ij)

Distribución de los tratamientos:

T1: AVENA + 0.0% UREA (Testigo)

T2: AVENA + 0.5% (3 gr. de UREA)

T3: AVENA + 1.0% (6 gr. de UREA)

T4: AVENA + 1.5% (9 gr. de UREA)

4.2.3 Croquis del ensayo

BLOQUE I.

T1:Avena+0%urea	**T4:Avena +1.5% (9 kg.)urea**	**T3:Avena + 1% (6 kg.)urea**	**T2:Avena + 0.5% (3 kg.)urea**

BLOQUE II.

T1:Avena + 0% urea	**T2:Avena +0.5% (3 kg.)urea**	**T4:Avena+1.5% (9 kg.)urea**	**T3:Avena + 1% (6 kg.)urea**

BLOQUE III.

T1:Avena + 0% urea	**T3:Avena + 1% (6 kg.)urea**	**T2:Avena+0.5% (3 kg.)urea**	**T4:Avena + 1.5% (9 kg.)urea**

4.3 Procedimiento Experimental

4.3.1 Procesamiento del Ensilaje

El ensilaje se elaboró, mediante el método de corte directo que implica la cosecha del cultivo de avena en pie (04-04- 2013); para ello se empleó una picadora de forrajes conectado a un tractor agrícola y el inmediato almacenamiento en el silo semi subterráneo.

4.3.1.1 Segado de la planta.

En base a recomendaciones del CIF (2012) para lograr un buen ensilaje, el corte de las plantas, se realizó cuando el estado fisiológico de la avena se encontraba en estado de leche a masa suave con 70% de humedad, determinado mediante la prueba de exprimido y pruebas de rendimiento en base a materia seca (MS); el picado se realizó con maquina picadora de forrajes a una longitud aproximada de 2.0 a 2.5 cm. Paralelamente se determinó el rendimiento en materia verde y materia seca en base a la siguiente fórmula:

$$MS\ \% = MS / MV * 100$$

Dónde:

MS %= *Materia Seca en porcentaje*
MS = *Materia Seca en gramos*
MV = *Materia Verde en gramos*

4.3.1.2 Llenado y compactado de forraje picado

Cada uno de los silos pequeños, fueron impermeabilizados con una lámina de polietileno, para precaver el contacto directo con la tierra de las paredes y humedad del suelo y de este modo evitar la contaminación del forraje con microorganismos y otros materiales que afecten el normal proceso bioquímico del forraje picado.

A medida que se depositaban las plantas picadas a los silos, de forma uniforme se colocaron la urea según las cantidades calculadas para cada tratamiento y paralelamente también se compactaron el forraje picado tendiente a eliminar el aíre de los silos.

4.3.1.3 Tapado y Sellado

Una vez llenado los silos y compactados, se utilizó una lámina de polietileno como aislante y por encima de este se cubrió con tierra para evitar la entrada de oxígeno y agua asimismo ejercer presión para mantener comprimidas las capas superiores.

4.3.1.4 Apertura de las Fosas y muestreo

Los silos subterráneos fueron destapados a los 5 meses después de su llenado (15 – 08 2014), procediéndose al muestreo del material. De cada tratamiento se extrajeron tres muestras de 1,0 kg cada una, mismas fueron tomadas de diferentes niveles (parte superior, media y baja), integrándose luego a una sola muestra compuesta por tratamiento; de este material se separó 200.0 g.

Para la determinación del análisis proximal en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA, y el resto de los materiales se destinaron a la determinaron de las características organolépticas, materia seca y otros.

4.4. Variables de respuesta del ensilaje de avena

El análisis de estas variables químicas fue analizado en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA.

4.4.1 Variables Química

4.4.1.1 Proteína cruda

El método Kjedalhl y multiplicado por un factor de conversión es 6.25. Según este método el nitrógeno de las proteínas es convertido en sulfato de amonio por la digestión con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador. El amoniaco es liberado del sulfato de amonio, cuando la solución de esta sal es destilada en medio alcalino por adición de hidróxido, el cual debe ser recibido y retenido en la solución de ácido bórico; que se titula frente a un patrón de ácido clorhídrico, la transformación del contenido de nitrógeno en proteína, se calcula utilizando el factor antes mencionado. (Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Dirección General de Normas y Tecnología, 1975).

4.4.1.2 Extracto Etéreo

Determinación del contenido de materia grasa. El sistema de extracción de grasas tipo Soxhlet, permite en primer lugar vaporizar el solvente condensándolo, hasta que recubra la muestra que se va a extraer y después por un mecanismo de sifón lo

devuelve al matraz de ebullición para su nueva evaporación y así sucesivamente, hasta que termine de extraer en su totalidad la grasa de la muestra, la que queda disuelta en el disolvente. (Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1991).

4.4.1.3 Cenizas

Método para Determinar Cenizas. Mufla eléctrica, con control termostático de temperatura y circulación de aire suficiente, que permita mantener durante el ensayo una temperatura de 600ºc. (Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, 1997).

4.4.1.4 Calcio

Método instrumental – Determinación de calcio. La determinación del contenido de ion metálico calcio se realiza por absorción atómica con aspiración de llama aire/acetileno, previamente calcinada la muestra para reducir la materia orgánica y convertir el metal único orgánico o inorgánico a su forma de metal libre. (Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists, 1990).

4.4.1.5 Fosforo

Determinación del contenido de fosforo. Se cuantificación de fosforo total es espectrofotométrico, previa calcinación y disolución acida de la muestra. La evaluación espectrofotométrica está basada a formación del complejo de azul de molibdeno fosforo y el molibdato, con una máxima absorbano 700 nm de longitud de onda. (Official Methods of Analysis of the Ciation of Official Analytical Chemists, 1990).

4.4.1.6 pH

El pH de los ensilados se realizó mediante el pHmetro.

4.4.1.7 Materia Seca

Se obtuvo de la relación del peso seco y peso húmedo de las muestras tomadas de cada uno de los tratamientos. Esta variable se realizó en el laboratorio de la estación de Choquenaira.

4.5 Variables de ácido láctico, ácido acético y acido butírico

Los análisis de las muestras se realizaron también en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA; las metodologías empleadas fueron: para el ácido láctico, el ácido acético y el ácido butírico

Las mismas han sido comparadas con las técnicas descritas y valores obtenidos por Ruiz y Tapia (1987) que se detallan a continuación.

4.5.1. Contenido de ácido láctico superior al 3% del peso del producto fresco

"Método de Volumetría". Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. (Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists., 1990).

4.5.2 Contenido de ácido acético inferior al 0.5% del peso del producto fresco.

"Método de Volumetría". Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. (Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1990).

4.5.3 Contenido de ácido butírico inferior al 0.3% del peso del producto fresco y el pH inferior a 4,5.

“Método de Volumetría”. Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. (Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1990).

4.6 Características Organolépticas o Variables Físicas

El análisis de las variables físicas u organolépticas sobre las muestras que se realizó ***en situ,*** al momento de abrir cada uno de los silos.
Estas características fueron comparados con las técnicas descritos por Demanet, (2003), el mismo que se aplicó en la presente investigación y son las siguientes:

4.6.2 Excelente calidad

Color: El color es verde oliva (aceituna) o café claro.

Olor: Agradable a tabaco ánfora, fruta madura.

Textura: Sus contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permanece unidas a los tallos, se observan todas las partes de las plantas.

4.6.3 Buena calidad

Color: Verde amarillento, los tallos con tonalidad más pálida que las hojas.

Olor: Agradable, ligero olor a vinagre. No deja residuos en las manos al ser tocado.

Textura: El forraje conserva todos sus contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permanecen unidas a los tallos. A diferencia del anterior no se observan todas las partes constituyentes de las plantas.

4.6.4 Regular calidad

Color: Verde oscuro. Tallos y hojas con igual tonalidad.

Olor: Acido con fuerte olor a vinagre. Dela en las manos un permanente olor a manteca rancia característica de ácido butírico.

Textura: Las hojas se separan fácilmente de los tallos; los bordes del forraje aparecen mal definidos; las hojas tienden a ser transparentes; muy amarillos los tallos leñosos.

4.6.5 Mala calidad

Color: Casi negro o negro.

Olor: Desagradable, con olor putrefacto a humedad. Deja un olor a manteca rancia en las manos, el cual permanece por horas. Alto olor a amoniaco que permanece en las manos durante todo el día, aun cuando se laven las manos con jabón o detergente.

Textura: No se aprecia diferencias entre hojas y tallos, los cuales forman una masa amorfa, jabonosa al tacto.

4.7 Análisis Económico

El análisis económico de los resultados, se realizó los respectivos cálculos con la correspondiente interpretación de los elementos de Beneficio neto y las relaciones Beneficios/Costo (B/C) en bolivianos; mismas que se aplicaron en todos los

tratamientos que están bajo este estudio y se ajustaron a los rendimientos que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos, aplicándose un 10% en reducción al rendimiento que se obtuvieron para evitar las sobre estimaciones del ensayo bajo las recomendaciones de CIMMYT (1988).

B/C = Beneficio costo

CP= Costo de producción

IB= Ingreso Bruto

Se tomó en cuenta el análisis de Beneficio Costo del rendimiento de la materia seca que se calculara para cada Tratamiento de forma independiente. Se considera también realizar el ajuste al rendimiento que se con siguieren la reducción del 10 % para evitar una sobre estimación en el experimento de producción por hectárea de todos los cultivos de avena.

Los beneficios a obtenerse se determinaron con el método de la relación Beneficio/Costo:

- B/C > 1 Considerado económicamente aceptable.
- B/C = 1 Considerado económicamente dudoso.
- B/C < 1 Considerado económicamente no aceptado (rechazado).

4.8 Análisis Estadístico

Para evaluar los datos del análisis de laboratorio se utilizó los módulos de análisis de varianza y el modelo lineal general (GLM), utilizando el programa estadístico computarizado “Statistical Analisis System ” (SAS, 1985).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La utilización de la urea (46% N) bajo diferentes concentraciones como fuente base de proteínas, durante el proceso de ensilado de cereales menores como es el caso de la avena en la Estación experimental de Choquenaira, lo cual permitirá dilucidar la composición química y las cantidades de otros elementos o minerales, presentes en el ensilaje que son beneficiosos para la alimentación de los rumiantes; a continuación se presentará los resultados y las respectivas discusiones según los objetivos establecidos en el presente estudio.

5.1 Composición química del ensilado

En el caso específico de las plantas forrajeras, su contribución más importante en la nutrición del ganado es como fuente de energía, donde el mayor componente de la materia seca en los forrajes son los carbohidratos complejos; sin embargo, no todos los forrajes tienen la misma composición (Ruiz y Tapia 1987).

Con respecto al Valor nutritivo de un ensilaje según FAO (1977) depende de la especie forrajera, de la época de cosecha y del proceso de fermentación; así para las vacas lecheras el ensilaje por si solo es deficiente en cantidad de energías y de proteínas.

En el cuadro 4. Se presentan los resultados del análisis de la composición química del ensilado de avena bajo el efecto combinado de diferentes concentraciones de la urea, que fueron analizados en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA.

Cuadro 4: Composición y principios nutritivos del ensilaje de avena en función a la urea como aditivo complementario.

Variables	T-1 (Testigo sin aditivo	T-2 (urea al 0.50%)	T-3 (urea al 1.0%)	T-4 (urea al 1.5%)
Proteína Cruda (%)	10.01	13.55	12.96	12.63
Extracto Etéreo (%)	3.16	4.20	4.30	4.25
Cenizas (%)	8.93	8.70	9.53	8.92
Contenido de Calcio (%)	0.25	0.23	0.27	0.23
Contenido de Fosforo (%)	0.33	0.34	0.36	0.33
Materia Seca (%)	30.39	29.86	31.60	28.68

5.2 Variables químicas

5.2.1 Proteína Cruda

De acuerdo a los resultados de análisis químico (Cuadro4) el contenido de Proteína Cruda, multiplicado por el factor 6.25 del ensilado de avena, aplicando diferentes concentraciones de urea como aditivo; el Tratamiento 2 (0.5% urea) presenta el mayor contenido de proteína cruda con 13.54%; seguido de los Tratamientos 3 (1.0% urea) y T-4 (1.5% urea) con 12.96% y 12.63% respectivamente y el valor más bajo corresponde al Tratamiento 1, que resulta ser el Testigo sin urea con 10.01%; en la siguiente Figura (1) se esquematiza las diferencias registradas entre los tratamientos.

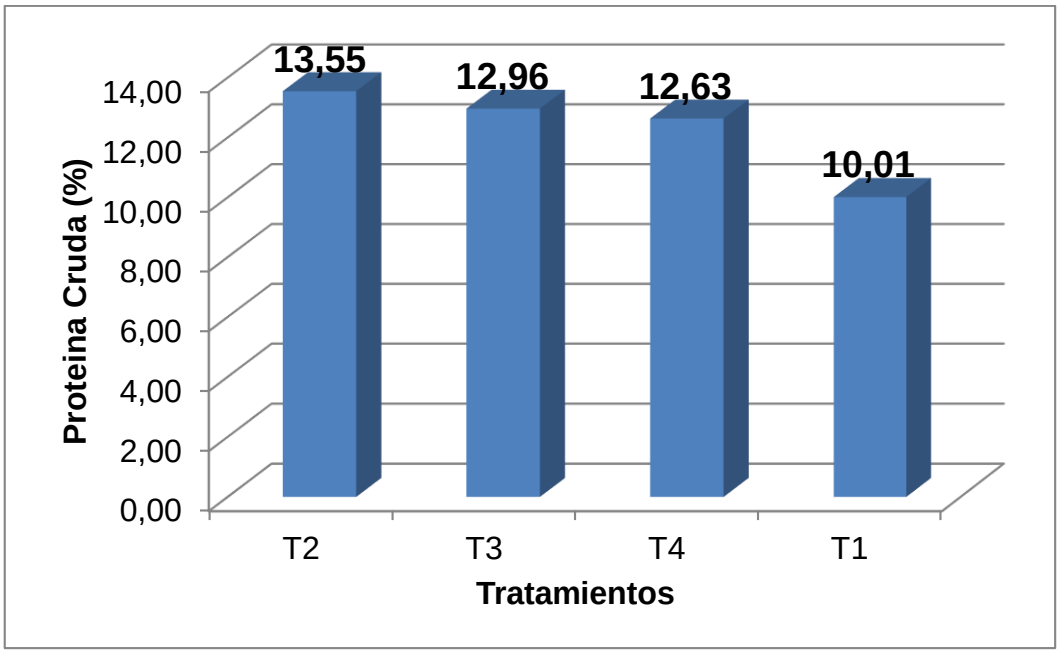


Figura 2. Variación del contenido de Proteína Cruda en el ensilaje de avena a diferentes concentraciones de urea como aditivo.

En la anterior figura (1), se visualiza claramente el efecto de la urea a diferentes concentraciones, donde el contenido de proteína bruta en el T-2 con 0.5% de urea supera en un 26.07%, al testigo (T-1) sin urea; en tanto, los tratamientos T-3 (1.0%urea) y T-4(1.5% urea) también superan al testigo en el contenido de proteína en un 22.76%, 20.74% respectivamente.

Cuadro 5: Análisis de varianza para Proteína cruda con la adición de diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.21511667	0.10755833	0.19	0.8321^{ns}
Tratamiento	3	22.04656667	7.34885556	12.95	0.0050*
Error	6	3.40448333	0.567414		
Total	11				

***** = Significativa (p>0.05)

C.V. = 6.12%

El análisis de varianza (cuadro 5) para el contenido proteínico en el ensilado de avena muestra que existe diferencias significativas entre tratamientos al >5% de probabilidad y no significativas los bloques.

El coeficiente de variación del 6.12%, este valor refleja que está dentro de los márgenes estadísticos esperados, lo cual manifiesta un rango de aceptación y confiabilidad por ser menor a 30% que es el límite de prueba permitido. (Calzada, 1970).

Para identificar el mayor efecto de la urea en la proteína bruta, se procedió al análisis de comparación de medias de Duncan (Cuadro 6)

Cuadro 6: Comparación de medias para Proteína Cruda, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-2 (0.5% urea)	13.55	A
T-3 (1.0% urea)	12.96	A
T-4 (1.5% urea)	12.63	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	10.01	B

La prueba de rango múltiple de Duncan para el contenido de proteína cruda del ensilaje de avena a diferentes concentraciones de urea, al 5.0% de significancia; según el Cuadro 6, se establece que los tratamientos T-2, T-3 y T-4 estadísticamente son

similares; sin embargo, son diferentes del tratamiento testigo (T-1) (testigo). Lo que ratifica que la urea es un compuesto nitrogenado y resulta ser la fuente principal de proteína cruda.

Este valor porcentual de proteína cruda con 13.54% resulta ser un valor muy significativo para mejorar una ración alimenticia para el ganado y además en términos porcentuales es bastante superior al T-1 con un 26.0%. Por el trabajo intenso que las bacterias del rumen puedan transformar la celulosa de la avena del ensilaje en azucares simples (glucosa) en combinación con el compuesto nitrogenado; los microorganismo fermentaran la glucosa para producir ácidos grasos volátiles que son la energía destinado a sintetizar los 13.54% para obtener la proteína microbiana y el mismo se degradará en el intestino delgado para obtener los aminoácidos libres (Infocarne, 2012). Al respecto, López (1989) complementa que no solamente la celulosa es utilizada como energía, los hidratos de carbono presentes en el ensilado de avena puedan cumplir esta función también.

En cuanto a los aminoácidos, incluyendo los esenciales, están presentes en la proteína bacteriana en una proporción que se aproxima a las proporciones de aminoácidos requeridos por la glándula mamaria para la síntesis de leche. (Ureña, 2012). Definitivamente, también los microorganismos necesitan amoniaco procedente de los aminoácidos, péptidos obtenidos de la proteína verdadera del forraje (Fernández, 2008). Finalmente, para Sewell (2013) la suma de la urea para generan este valor importante de proteína de 13.54% producirá nitrógeno amoniacal. Porque tanto la proteína verdadera y los compuestos no nitrogenados (urea) son utilizados para la fabricación de proteína microbiana en el tractor digestible.

Según, Ferguson (2005) la urea es el constituyente normal de la leche, y comprende parte del Nitrógeno no proteico normalmente encontrado en la leche. Pues la urea se disemina rápidamente en los espacios con agua en los tejidos corporales y luego la urea se propaga velozmente de la sangre a la leche esparciéndose sin restricciones dentro de la leche; por esta situación de acuerdo con Ureña (2012) la leche llega a contener complejos de nitrógeno no proteínico en cantidades muy pequeñas, ej. 0.08 g/kg de leche.

5.2.2 Extracto Etéreo

De acuerdo a los resultados del análisis químico del ensilaje de avena bajo diferentes concentraciones de urea como aditivo principal; para el extracto etéreo se ha obtenido valores para el Tratamiento 3 (1.0% urea) de 4.0%, seguido del T-4 (1.5% urea) con 3.99%, y el T-2 (0.5% urea) con 3.82% y el menor valor registra para el T-1(Testigo sin urea) con solo 2.92% (Figura3).

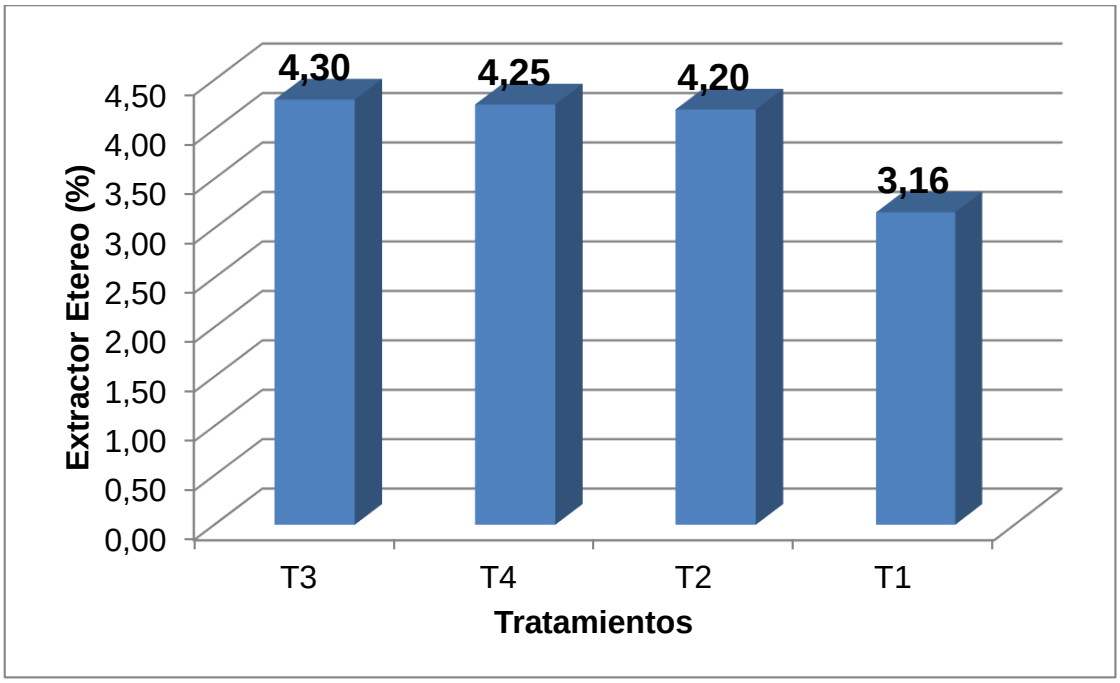


Figura 3. Contenido de Extracto Etéreo en el ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

El Extracto Etéreo (EE) conocida comúnmente como grasa bruta o cruda; de la que solo el 40% llega a ser grasa verdadera y el resto está compuesta por pigmentos, vitaminas, etc. Sin embargo, la cantidad de EE de por si es baja en los forrajes (Flores y Bryant, 1985 citado por Prieto 1988).

Por otra parte, Alcázar (1997) indica que el Extracto Etéreo agrupa a todas las sustancias solubles en éter, entre ellas se incluyen a las grasas, ceras y alcaloides, colorantes como la clorofila y carotina. Por tanto, al hablar de mayores tenores de EE, también está referidas a mayores contenidos o concentraciones de caroteno o provitamina A.

En base a estos conceptos y considerando la acción oportuna de las bacterias lácticas por el empleo de la urea y por su coloración verde amarillento, se podría afirmar que los mayores contenidos de EE de las muestras analizadas se deben probablemente a menores perdidas de pigmentos como ser la clorofila, carotenos, entre otros componentes de la fracción, y por tanto existiría mayor conservación de los principios nutritivos en el forraje respecto al testigo.

También, Cañas (1995), Manifiesta que las grasas son importantes por ser altamente energéticas, le proporciona un sabor más agradable a la ración, los ácidos grasos esenciales ayudan a la absorción de nutrientes, no permite la disgregación de partículas cuando se suministra picado el alimento y cuando se adiciona algún concentrado.

Cuadro 7: Análisis de varianza para Extracto Etéreo en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.38401667	0.19200833	5.20	0.0489*
Tratamiento	3	2.71109167	0.90369722	24.49	0.0009*
Error	6	0.22138333	0.03689722		
Total	11				

* = Significativa (p>0.05)

C.V. = 4.82 %

De acuerdo al análisis de varianza para EE en el ensilado de avena se establece la existencia de diferencias significativas entre los bloques y los tratamientos, bajo el efecto de las concentraciones de urea aplicadas durante el proceso de ensilado.

El coeficiente de variación del análisis de Extracto Etéreo obtenido fue 4.59%; lo cual establece que este valor indica que los resultados son aceptables y tienen una confiabilidad cierta.

Cuadro 8. Comparación de medias para Extracto Etéreo, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-3 (1.0% urea)	4.30	A
T-4 (1.5% urea)	4.25	A
T-2 (0.5% urea)	4.20	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	3.16	B

La comparación de medias nos muestra que existe la formación de dos grupos porque hay diferencias entre las medias de los T-3 (1.0% urea) de 4.00%, T-4 (1.5% urea) con 3.99% y T-2 (0.5% urea) es 3.82% y el T-1 (Testigo sin urea) de 2.92%.

Estas diferencias entre los Tratamientos T-3, T-4 y T-2 con T-1 nos indican que los primeros tienen una mayor cantidad de EE por efecto del proceso de conservación y la

urea que fue sometido el forraje de avena es decir un buen incremento en cuanto a la vitamina A, alcaloides, ácidos grasos esenciales y ceras. Esto conducirá a que sea de mejor degustación porque le asigna un sabor apetecible al ensilado para el ganado bovino. Con relación al T-1 que obtuvo un valor bajo comparado a los demás Tratamientos por la ausencia de urea.

5.2.3 Cenizas

En el análisis químico sobre el contenido de ceniza del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo se puede observar que el valor mayor en porcentaje de cenizas es de 9.53% que pertenece al Tratamiento 3 (1.0% urea); luego lo siguen los Tratamientos T1 (Testigo sin urea), T4 (1.5% urea) y T2 (0.5% urea) con los resultados en forma correlativa de 8.93%, 8.92% y 8.70%. (Figura 4).

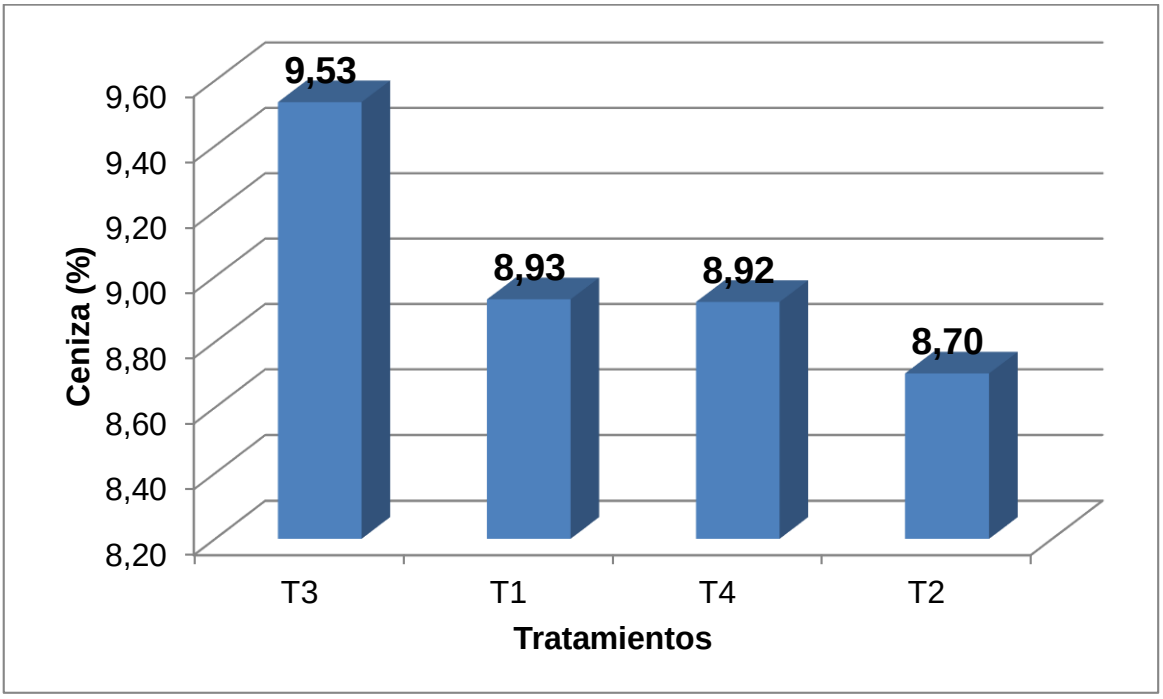


Figura 4. Contenido de Ceniza del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

No existe una diferencia entre los tratamientos porque la urea no produce ningún efecto sobre este parámetro; lo que quiere decir aunque se aplique diferentes concentraciones de urea esta no produce ningún cambio que sea relevante en la composición química en el ensilaje de avena con relación al contenido de cenizas.

Cuadro 9: Análisis de Varianza para Ceniza en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.74501667	0.37250833	1.06	0.4028^{ns}
Tratamiento	3	1.14166667	0.38055556	1.09	0.4242^{ns}
Error	6	2.10418333	0.35069722		
Total	11				

ns= No significativa (p>0.05)

C.V. = 6.56 %

En el análisis de varianza efectuado para los valores porcentuales del contenido de ceniza, de las muestras de silaje; determino que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y los bloques. El coeficiente de variación de 6.56% está dentro el rango de aceptación y confiabilidad.

Cuadro 10: Comparación de medias para Cenizas, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-3 (urea 1.0%)	9.53	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	8.93	A
T-4 (urea 1.5%)	8.92	A
T-2 (urea 0.5%)	8.70	A

Realizada la prueba de Duncan al >5% de probabilidad se observa que no existen diferencias entre los tratamientos. De lo que se puede deducir que la urea no aporta con minerales pues en su fórmula química no contiene minerales.

5.2.4 Contenido de Calcio

El contenido de calcio en el ensilado bajo la acción de urea como aditivo registra los siguientes resultados: el tratamiento T-3 (1.0% urea) presenta 0,27 % de calcio seguido del T-1 (Testigo sin urea) con un tenor 0.25%, elT-4 (1.5% urea) con 0.233% y el Tratamiento 2 (0.5% urea) es 0.23% con un menor resultado. (Figura 5).

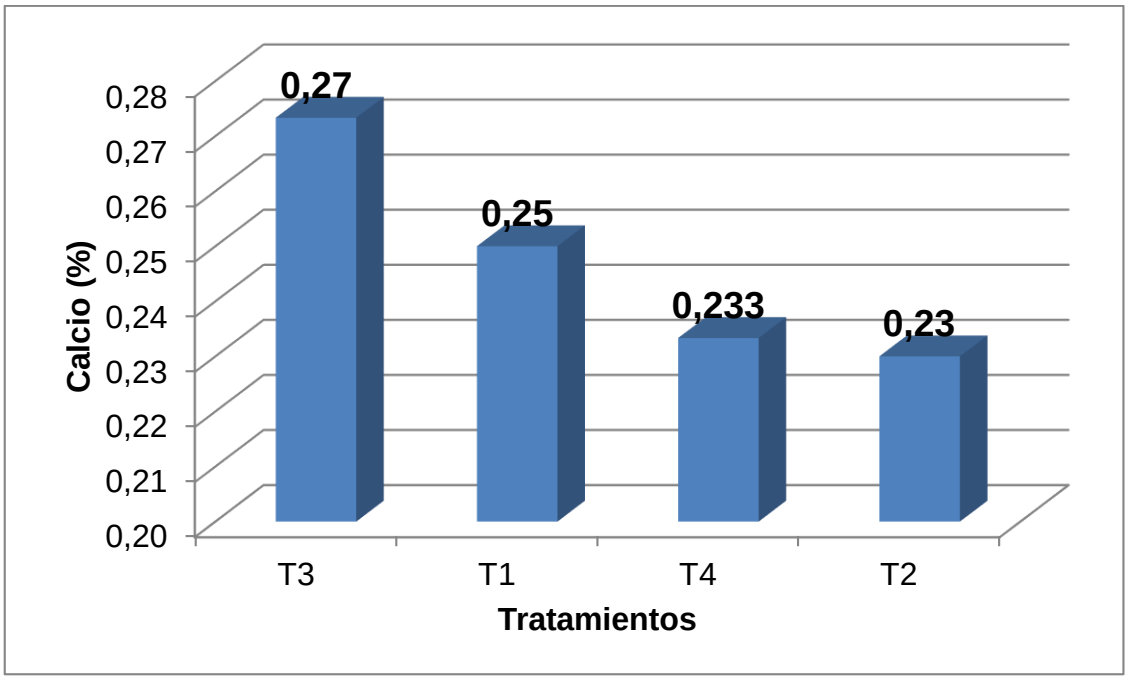


Figura 5. Contenido de Calcio del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos (figura 5) El contenido de calcio Ca, en los tratamientos con diferentes concentraciones de urea, como en el testigo (sin urea) son similares, incluso con el material fresco que es de 0.24% reportado por (Santos, 2002) aspecto que es corroborado con la comparación de medias de Duncan.

Cuadro 11: Análisis de Varianza para Calcio en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	2	0.00086667	0.00043333	0.53	0.6116^{ns}
Tratamiento	3	0.00353333	0.00117778	1.45	0.3184^{ns}
Error	6	0.00486667			
Total	11				

ns= No significativa (p>0.05)

C.V. = 11.54%

Al realizar el análisis de varianza los valores porcentuales que se dieron en el contenido de calcio; señala que no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos, así como en los bloques.

El coeficiente de variación de este análisis de 11.54% significa que los datos con confiables y aceptables. Nos indica que el diseño experimental fue aplicado de manera adecuada por ser menor al 30%.

Cuadro 12: Comparación de medias para Contenido de Calcio, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-3 (urea 1.0%)	0.273	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	0.25	A
T-4 (urea 1.5%)	0.233	A
T-2 (urea 0.5%)	0.23	A

En la comparación de medias señala la existencia de un solo grupo conformado por los T-3 con 0.273%, T-1 0.25%, T-4 0.233% y T-2 con 0.23% sobre el contenido de calcio.

5.2.5 Contenido de Fosforo

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto el análisis químico del contenido de fosforo del ensilaje de avena sometido a diferentes concentraciones de urea, se pudo registrar al T 3 (1.0% urea), con un contenido porcentual de 0.36% como mayor; tras este Tratamiento están los T-2 (0.5% urea), T-1(Testigo sin urea) y T-4 (1.5% urea) con sus respectivos valores 0.3366%, 0.33% y 0.32%. (Figura 6).

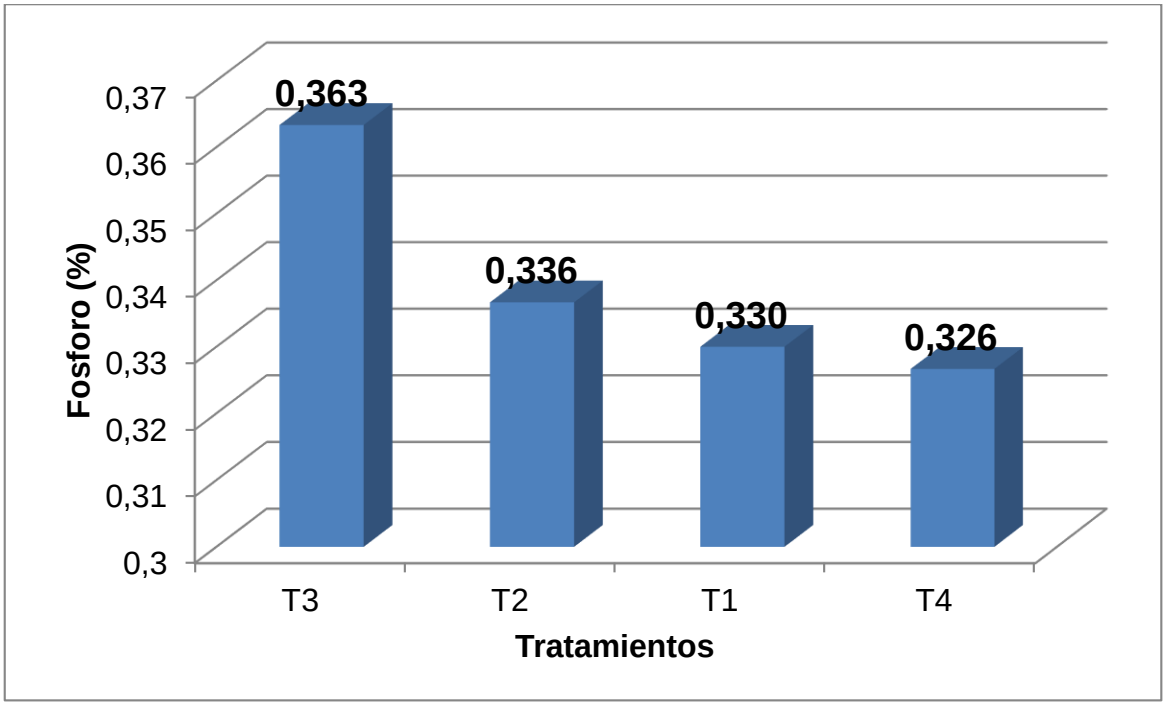


Figura 6. Contenido de Fosforo del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

El contenido de Fosforo en los tratamientos con adición de urea y el testigo (sin urea) son similares, sin embargo supera al material fresco de 0,15% que fue reportado por (Santos, 2002).

Cuadro 13: Análisis de Varianza para Fosforo en el ensilaje de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.00121667	0.00060833	0.55	0.6012^{ns}
Tratamiento	3	0.00249167	0.00083056	0.76	0.5576^{ns}
Error	6	0.00658333			
Total	11				

ns= No significativa (p>0.05)

C.V. = 9.76%

Según el análisis de varianza realizado se pudo determinar los valores porcentuales de fosforo de las muestras de silo, se puede decir que existe una diferencias no significativas entre todos los tratamientos y en los bloques.

El coeficiente de variación correspondiente al análisis de varianza para el contenido es de 9.76%, dando a entender que el valor es correcto y goza de confiabilidad al ser menor al 30%.

Cuadro 14: Comparación de medias para Contenido de Fosforo, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-3 (urea 1.0%)	0.363	A
T-2 (urea 0.5%)	0.336	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	0.330	A
T-4 (urea 1.5%)	0.326	A

En la Prueba de Duncan al >5% que hace la comparación de medias en los tratamientos tratados con urea y el testigo estos son agrupados en uno solo porque no existe una diferencia estadística que pueda generar la formación de otros grupos.

La aplicación de urea con relación al contenido de fosforo no se tuvo resultados que generen cambios mayores en los Tratamientos que puedan considerarse como relevantes y ni tampoco saber cuál es la adición de urea de mejor efectividad; pues no posee las propiedades bioquímicas que produzca un incremento en el fosforo.

5.2.6 P^H del ensilado de avena con urea

En el cuadro 15 se presentan resultado del valor del PH

Cuadro 15. Valor P^H del ensilado de avena en función a la urea como aditivo.

Variables	T-1	T-2	T-3	T-4
P^H	3.8	4.2	4.4	4.5

T1 (Testigo sin aditivo); T2 (Urea 0.5%); T3 (Urea 1.0%); T4 (Urea 1.5%).

De acuerdo al cuadro 15 y la figura 7, los tratamientos con adición de urea presentan valores altos (numéricamente) respecto al testigo. El Tratamiento 4 (1.5% urea), con 4.5., seguido del T-3 (1.0% urea) de 4.4, T-2 (0.5% urea) con 4.2% y al final el Tratamiento 1 (Testigo sin urea) 3.8%.Sin embargo son menos ácidos que el testigo.

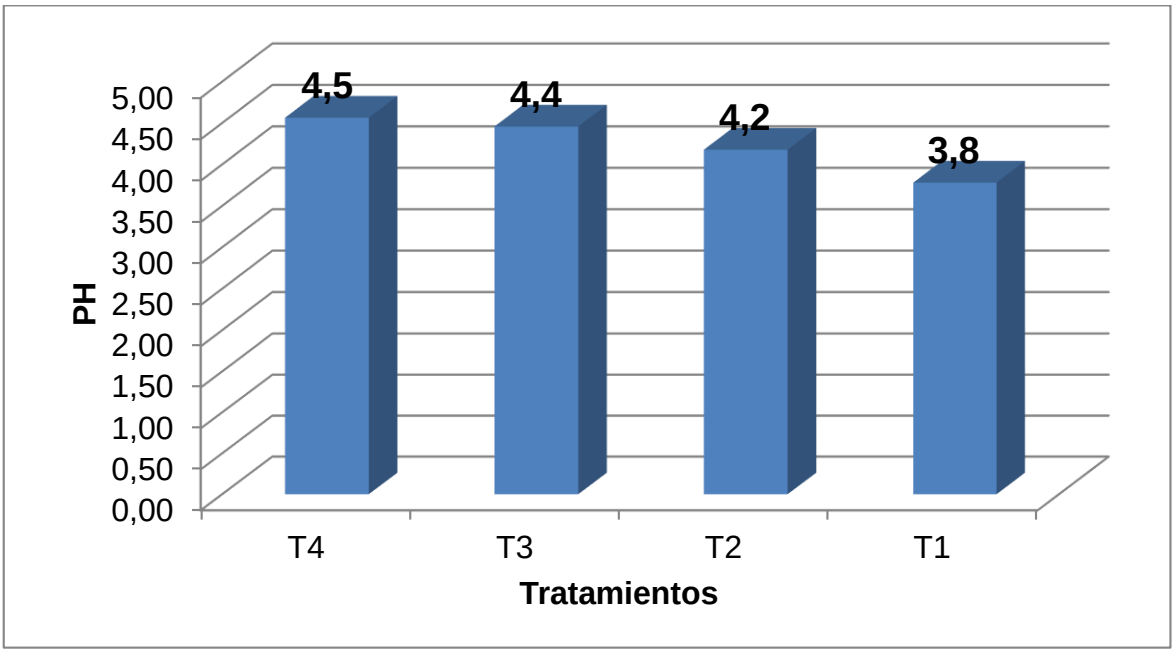


Figura 7. P^H del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

La FAO. (1977) sugiere tres categorías con relación a los valores pH del ensilaje:

- Ensilaje de buena calidad PH = 3.9 a 4.8
- Ensilaje de calidad intermedia PH= 4 a 4.6
- Ensilaje de calidad pobre PH= 5.2 a 5.7

De acuerdo a esta clasificación los resultados obtenidos en el presente trabajo del silaje combinado con urea se ubican dentro el rango de buena calidad.

Valores que favorecieron el trabajo de las bacterias lácticas favoreciendo el proceso de fermentación del ácido láctico, disminuyendo la presencia de ácido acético y evitando la presencia de ácido butírico.

Cuadro 16: Análisis de Varianza para P^H en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.04061667	0.02030833	0.29	0.7566**ns**
Tratamiento	3	1.10109167	0.36703056	5.28	0.0403*****
Error	6	0.41678333			
Total	11				

***** = Significativa (p>0.05)

C.V. = 6.20%

El análisis de varianza realizado en el presente parámetro los valores porcentuales de P^H sobre las muestras del silaje, determino la existencia de diferencias significativas entre los cuatro tratamientos y no significativos en los bloques (Duncan >5%).

Así también se determinó que las diferencias entre las concentraciones de urea son claramente significativas en los tratamientos.

El valor efectuado por el coeficiente de variación del análisis químico realizado en laboratorio es de 6.20% este valor se encuentra dentro del rango de aceptación y confiabilidad pues debe ser menor al 30%.

Cuadro 17: Comparación de medias para P^H, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-4 (urea 1.5%)	4.5	A
T-3 (urea 1.0%)	4.4	A
T-2 (urea 0.5%)	4.2	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	3.8	B

Las muestras del ensilado de avena tratadas con diferentes concentraciones de urea en la comparación de medias Duncan al >5%. Dan lugar al agrupamiento de dos grupos bien diferenciados; uno son con adición de ureaT-4 (1.5% urea) y el T-3 (1.0% urea), con 4.5% y 4.4%; T-2 (0.5% urea) y el testigo Tratamiento 1 (Testigo sin urea), de 3.8.

De acuerdo con el cuadro 17. Los resultados obtenidos se muestra que la urea influye en la elevación del PH en el ensilado de avena en forma gradual que se relaciona con nivel de concentración aplicado en los tratamientos y no ocurre de la misma manera con el T-1 por que no se aplica ningún concentrado de urea su PH no cambia en este caso.

5.2.7 Materia seca

Los valores sobre el contenido de materia seca del ensilado bajo diferentes concentraciones de urea, se muestra al mayor el Tratamiento 4 (1.5% urea) con 36.46%, continuando con T-3 (1.0% urea) de 35.21%, T-2 (0.5% urea) es 33.35% y el

Tratamiento 1 (Testigo sin aditivo) 31.52%. El forraje verde presenta en las muestras como el mayor igual al Tratamiento 4 de 34.62%, T-3 es 31.73%, T-2 28.17% y T-1 con 29.25%. Figura 8.

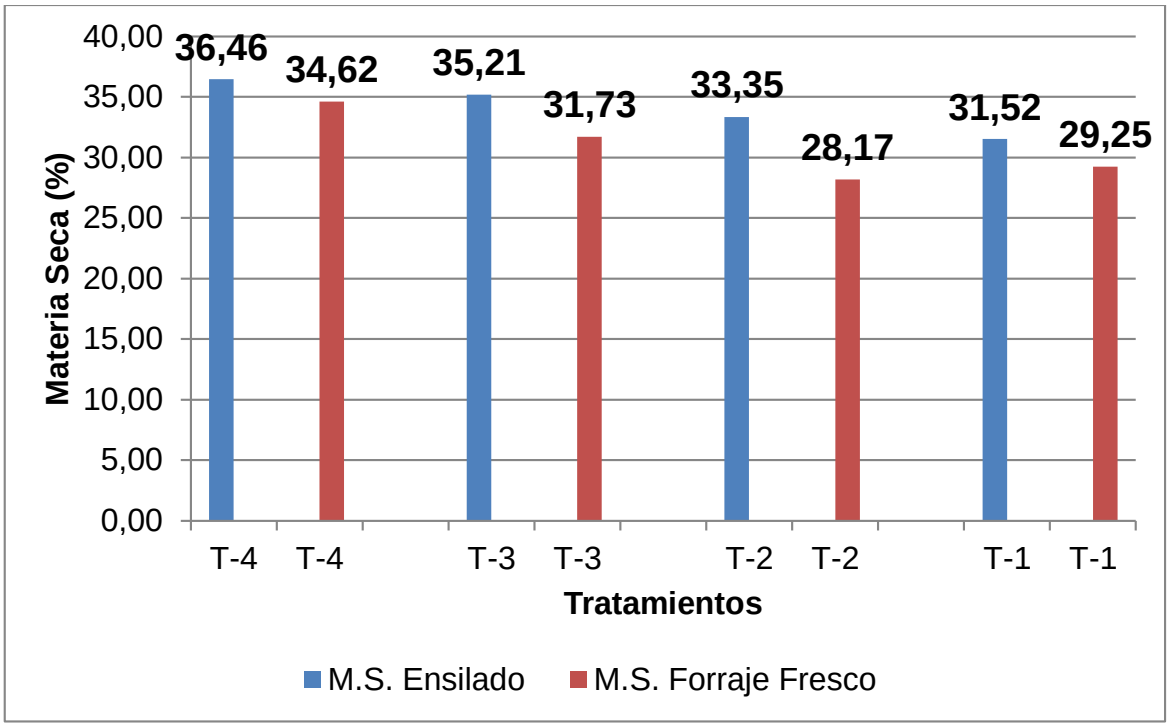


Figura 8. Contenido de Materia Seca Ensilado y Materia Seca Forraje Fresco diferentes concentraciones de urea como aditivo.

De acuerdo a la figura 8. En todos los tratamientos el silaje obtenido tuvo valores mayores de materia seca que el material fresco.

El incremento del contenido de materia seca en el forraje ensilado, se debe a que en el proceso de fermentación el forraje pierde humedad y al perderse agua, también se pierden otros elementos que son solubles esto sucede por el escurrimiento que existe dentro del silo. (Gonzales, 2000).

Además este contenido de materia seca ayuda en la calidad fermentativa y disminuir el crecimiento de *Clostridium*, disminuye la actividad fermentativa (producción de ácido acético), disminuye o tiende a eliminar la producción de efluentes e elevar el consumo del ensilaje. (Ojeda, et al. 1991).

Cuadro 18: Análisis de Varianza para Materia Seca Ensilado de Avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.07786667	0.03893333	0.17	0.8510^{ns}
Tratamiento	3	41.15750000	13.71916667	58.42	<.0001*****
Error	6	1.40900000			
Total	11				

***** = Significativa (p>0.05)

C.V. = 1.42%

Según el análisis de varianza realizado para la materia seca post-ensilado los valores porcentuales sobre las muestras del silaje, determino la existencia de diferencias significativas entre los cuatro tratamientos y los bloques son no significativas (Duncan >5%).

Como también se determinó que las diferencias existentes entre las concentraciones de urea son claramente significativas en los tratamientos.

El valor dado por el coeficiente de variación del análisis químico realizado en laboratorio es de 1.42% este resultado se encuentra dentro del rango de aceptación y confiabilidad pues debe ser menor al 30% que es la barrera de prueba permitido para los experimentos. (Calzada, 1970).

Cuadro 19: Comparación de medias para Materia Seca de Ensilado de Avena, adicionando diferentes concentraciones de urea.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-4 (urea 1.5%)	4.5	A
T-3 (urea 1.0%)	4.4	A
T-2 (urea 0.5%)	4.2	A
T-1 (Testigo sin aditivo)	3.8	B

De la prueba de Duncan se identifica la comparación de medias al >5%; muestran la formación de un grupo que tiene diferencias entre los tratamientos. Donde T-4 (1.5% urea) 36.46% es diferente al T-3 (1.0% urea) 35.05%, sucesivamente el T-3 distinto al T-2 (0.5% urea) de 33.32% y todos los anteriores tratamientos son diferentes con el Tratamiento 1(Testigo sin aditivo) con 31.52%.

El cuadro 19. Devela que la aplicación de urea bajo diferentes concentraciones en el proceso de elaboración del ensilaje de avena, se muestra con claridad un beneficio que es positivo, porque ayudo mejorar el contenido de Materia seca del forraje conservado. Para tener mayor consumo aprovechable para el ganado bovino.

6. CALIDAD DEL ENSILADO

La calidad del ensilado está íntimamente relacionada a su valor nutritivo, pero debemos indicar que el ensilado nunca será mejor en calidad que el forraje verde (Ruiz y Tapia 1987) para juzgar la calidad del ensilaje es necesario conocer las características físicas y químicas.

En el cuadro 20 presentamos las características organolépticas (químicas) del silaje de avena.

Cuadro 20: Calidad del ensilado de avena en función a la urea utilizado como aditivo.

Variables	T-1(Testigo sin aditivo)	T-2(Urea 0.5%)	T-3(Urea 1.0%)	T-4(Urea 1.5%)
Ácido Láctico (%)	5.30	4.03	3.59	3.58
Ácido Acético (%)	0.065	0.02	0.0107	0.022
Ácido Butírico (%)	n.s.d	n.s.d	n.s.d	n.s.d

6.1. Contenido de Ácido Láctico

El contenido de ácido láctico del ensilado de avena tratado con diferentes concentraciones de urea; el T1 (testigo sin urea) presenta el valor más alto con 5.30% respecto a los tratamientos con urea, el T-2 (0.5% urea) con 4.03%, el T-3 (1.0% urea) con 3.596% y quedando al final el Tratamiento 4 (1.5% urea) de 3.59% de ácido láctico (Figura 9).

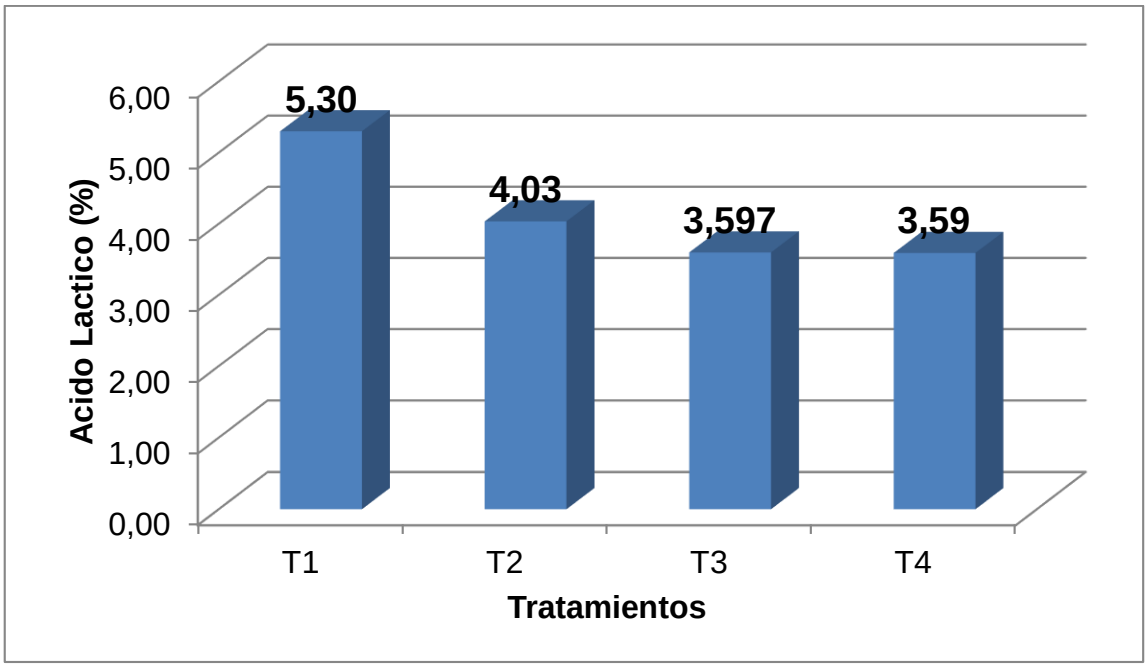


Figura 9. Contenido de Ácido Láctico del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

Como se aprecia en la figura 9 el contenido de ácido láctico de los tratamientos con adición de urea son similares e inferiores al testigo sin urea.

Se debe a que los azucares del ensilado de avena son utilizados también para la síntesis de proteína microbiana y por este motivo no logran generar un contenido de ácido láctico que puede ser similar o mejor al T-1; este efecto ocurre en forma escalonada en los tratamientos tratados con diferentes concentraciones de urea

La urea no interviene en el proceso de la síntesis de ácido láctico porque su composición química no contiene glucosa.

Ya que durante este proceso en la respiración la glucosa más el oxígeno se transforma en dióxido de carbono y en la fermentación las bacterias lácticas convierten la glucosa en ácido láctico. (Favre, 2012).

Flores, (1987). Menciona el ácido láctico favorece a los órganos digestivos del ganado bovino por ser un esterilizante enérgico y es un antiséptico para evitar fermentación nociva en el estómago de los rumiantes.

Cuadro 21: Análisis de Varianza para Ácido Láctico en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.42560000	0.21280000	0.19	0.8308^{ns}
Tratamiento	3	5.86286667	1.95428889	1.76	0.2550^{ns}
Error	6	6.67533333			
Total	11				

ns = Significativa (p>0.05)

C.V. = 25.53%

El análisis de varianza realizado al ácido láctico se pudo determinar los valores porcentuales de las muestras de silo, se puede decir que la existencia de diferencias no significativas entre todos los tratamientos y en los bloques.

El coeficiente de variación correspondiente al análisis de varianza para el contenido es de 25.53%, dando a entender que el valor es correcto y goza de confiabilidad al ser menor al 30%.

Cuadro 22: Comparación de medias para Ácido Láctico, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-1 (Testigo sin aditivo)	5.30	A
T-2 (urea 0.5%)	4.03	A
T-3 (urea 1.0%)	3.596	A
T-4 (urea 1.5%)	3.59	A

En la Prueba de Duncan se identifica la comparación de media la formación de un solo grupo uniforme; en el cual no hay diferencias entre los Tratamientos que pueda originar surgir otro grupo.

Pero el T-2 (0.5% urea) llega a un 4.03% de mayor valor que los demás tratamientos con otras concentraciones de urea; es decir hubo un mejor proceso de fermentación de ácido láctico de parte de las bacterias lácticas en el Tratamiento 2.

6.2 Contenido de Ácido Acético

En el contenido de ácido acético del ensilaje de avena bajo el efecto de 3 diferentes concentraciones de urea como aditivo. El Tratamiento 1 (Testigo) presenta el valor más alto con 0.065%, respecto a los tratamientos con urea así para el T-4 (1.5% urea) es de 0.022%, para el T-2 (0.5% urea) 0.020% y el Tratamiento 3 (1.0% urea) 0.010% (Figura 10).

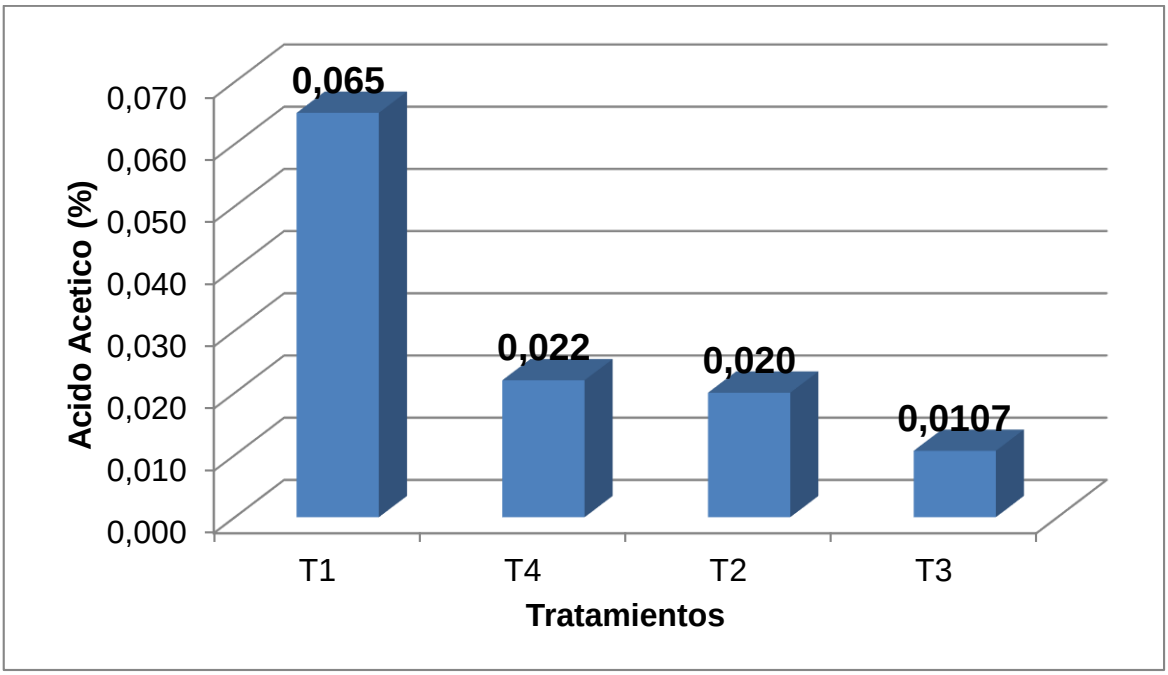


Figura 10. Contenido de Ácido Acético del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea como aditivo.

La adición de urea en los tratamientos de esta investigación tuvo un efecto positivo al no producirse un exceso de este ácido que es perjudicial en el sabor agradable en el silaje de avena; que está por debajo del 0.5% que propone (Ruiz y Tapia 1987) como límite inferior del contenido de ácido láctico del peso del producto fresco.

Cuadro 23: Análisis de Varianza para Ácido Acético en el ensilado de avena mediante la adición de diferentes concentraciones de urea.

Fuente de variación	**GL**	**SC**	**CM**	**FC**	**Pr > F**
Bloques	2	0.00031667	0.00015833	2.99	0.1258^{ns}
Tratamiento	3	0.00528425	0.00176142	33.23	0.0004*
Error	6	0.00031800			
Total	11				

***** = Significativa (p>0.05)

C.V. = 24.74%

Al realizar el análisis de varianza los valores porcentuales que se dieron en el contenido de ácido acético; señala que si existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos pero no significativas en los bloques. El coeficiente de variación de este análisis de 24.74% significa que los datos son confiables y aceptables. Nos indica que el diseño experimental fue aplicado de manera adecuada por ser menor al 30%.

Cuadro 24: Comparación de medias para Ácido Acético, adicionando diferentes concentraciones de urea en el ensilaje de avena.

Tratamientos	Medias%	Duncan Grouping
T-1 (Testigo sin aditivo)	0.065	A
T-4 (urea 1.5%)	0.022	B
T-2 (urea 0.5%)	0.020	B
T-3 (urea 1.0%)	0.0107	B

6.3 Contenido de Ácido Butírico

De acuerdo al análisis químico al ensilaje de avena bajo diferentes concentraciones de urea no se obtuvo ningún residuo en todos los tratamientos de ácido butírico. Lo que significa que el ensilaje ha sido preparado

Porque la adición de urea cuando se combina con sales orgánicas del ensilaje evita el desprendimiento de olores no deseables de los ácidos del ensilaje. (Alcázar, 1997).

7. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ENSILAJE DE AVENA

El ensilado obtenido se realizó la evaluación con el método de Demanet (2003) que consiste en análisis de la vista, nasal y el palpar.

Cuadro 25: Características organolépticas de los diferentes tratamientos de ensilado de avena tratados con urea como aditivo.

Tratamiento	Características organolépticas		
	Color	**Olor**	**Textura**
T-1	Verde amarillo	Agradable a fruta sin mal olor	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades
T-2	Amarillo Dorado	Agradable a frutas leve presencia de vinagre	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades
T-3	Amarillo Limón	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Conserva sus contornos definidos, hojas y talos unidos con vellosidades
T-4	Amarillo Ámbar	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Conserva sus contornos regular definición, hojas y talos unidos con vellosidades

8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados de B/C para cada uno de los tratamientos se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 26. Determinación de B/C de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Costo de Producción (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	B/C
T-1	20573.42	65159.64	3.33
T-2	23093.42	76860.00	3.16
T-3	25613.42	75809.16	2.96
T-4	28133.42	75641.58	2.69

De acuerdo al cuadro 26, se determinó los precios de los diferentes tratamientos en la elaboración del ensilaje de avena con diferentes concentraciones de urea, que manifiesta un retorno económico aceptable para cada tratamiento. En el cual el tratamiento 1 (Testigo sin urea), que dio lugar a un mayor beneficio-costo de 3.33, seguido con el tratamiento 2 (0.5% urea) con 3.16, después el tratamiento 3 (1.0% urea) de 2.96 y el tratamiento 4 (1.5% urea) de 2.69 de menor retorno económico.

Con el análisis económico los costos de producción de los T-3 (1.0% urea) y T-4 (1.5% urea) representan los mayores costos de producción con respecto a los demás tratamientos.

9. CONCLUSIONES

- El silaje de avena con adición de urea supero significativamente al testigo como suplemento proteico.
  La adición de urea en diferentes concentraciones no tuvo ningún efecto en el contenido de ceniza y extracto etéreo en la composición química del ensilado.
- En el contenido de calcio y fosforo el silaje de avena con diferentes concentraciones de urea no causó efecto alguno en la composición química.
- En todos los tratamientos el silaje obtenido tuvo valores mayores de materia seca que el material fresco.

- La adición de urea en diferentes concentraciones tuvo buen comportamiento en el silaje de avena, lográndose una fermentación láctica y acética adecuada, y PH dentro los rangos permisibles.

- La coloración, el olor, sabor y textura, se ubican dentro el rango de silaje de buena calidad.

La urea utilizada como concentrado adicionada al ensilaje de avena causo en los tratamientos diferentes resultados. Del cual el Tratamiento 2 (0.5% urea) genero mejores resultados en cuanto al contenido de proteína cruda, el PH y el contenido de ácido láctico.

El análisis económico realizado a todos los Tratamientos se puede resaltar que el Tratamiento 1 tiene un B/C de 3.33 esto quiere decir que este tratamiento se considera económicamente aceptable al ser mayor a 1. Entonces el T-1 (Testigo sin urea) tienen un mejor beneficio y costo. Lo que nos indica estos resultados el Tratamiento 1 no tiene un alto costo y no genera pérdida económica en su elaboración y su conservación.

10. RECOMEDACIONES

El forraje de avena es necesario cultivarlo por ser un buen aliado de la adición de urea por tener una mejor conservación de sus hojas y tallos pues este cultivo es más apetecible y digestible para el ganado bovino, beneficiando en su mayor parte a las vacas lecheras que se encuentran en estado de lactación.

La utilización de urea como aditivo se puede evidenciar que en los análisis bromatológicos se muestra un efecto positivo al incrementar el porcentaje de proteína en el ensilado. La urea como aditivo es una buena opción para conseguir un aumento en el contenido proteínico.

De acuerdo con el trabajo de investigación realizado se puede recomendar la utilización de T-2 (0.5% urea) porque ayuda a incrementar el contenido proteínico del ensilaje, permite un buen contenido de ácido láctico, baja presencia de ácido acético, no produce el ácido butírico y el PH que genera un ensilaje de buena calidad.

También se recomienda cubrir aquellos requerimientos de minerales que no están presentes en el ensilado de avena por que la urea no contiene propiedades mineralógicas para una tener mejor nutrición, que favorezca al ganado bovino.

11. BIBLIOGRAFIA

Achu, O. 1996. Calidad del Ensilaje de Diferentes Mezclas de Cebada *(Hordeum vulgare),* Avena *(Avena Sativa)* y Alfalfa *(Medicago sativa)*. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 126 p.

Alcázar, J. 1997. Bases para la Alimentación Animal y la Formulación Manual De Raciones. Ed. S. E. La Paz. Bolivia. pp. 56-63.

Araque, C. 2009. Uso de la urea en la alimentación de rumiantes. Investigador FONAI AP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira, Bramon. Venezuela. pp. 1- 4.

Araujo, O. 1989. Los Bloques Nutricionales. Febres. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. La Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. Pp. 1-12.

Barreto, L. 2010. Nutrición y Alimentación Animal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencia Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá Colombia. pp. 22-29. Consultado 3 feb 2014. Disponible en http://datateca.unas.edu.co/contenidos/201111 /modulo_nutricion_version_3-2010.pdf

Calzada, J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. pp. 64- 95.

Callisaya, I. 1994. Caracterización de las Tierras de la Estación Experimental de Choquenaira, según su Capacidad de Uso y Aptitud para riego. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 147p.

Cañas. R. 1995. Alimentación y Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Católica Pontificia de Chile. Ed. Alfabeta. pp. 127-332.

CIF, 2012. Centro De Investigación en Forrajes “La Violeta”, Universidad Mayor De San Simón. La Conservación de Forrajes. Series: Boletines de Capacitación en Producción de Forrajes. Nro. 2005/003. 4p.

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. 1997. Cereales. Método de Determinación de Cenizas. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 1-3.

Demanet, R. 2003. Conceptos Básicos en la Elaboración de Ensilaje. Programa Desarrollo Productores. Universidad la Frontera. Chile. pp. 21-29.

Duran, F. 2007. Manual de Nutrición Animal. Ed. Grupo Latino Editores, Colombia pp. 323-331.

Enciclopedia Bovina. 2013. Alimentación de Bovinos. Facultad de Medicina e Veterinaria y Zootecnia-Universidad Autónoma de México. pp. 1-3. Consultado 3 feb 2014. Disponible en http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e-bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf

Ensminger, M. 1983. Nutrición Animal. Ed. "El Ateneo". Buenos Aires, Argentina. pp. 44 - 65.

FAO, 1977. Cultivos Forrajeros. Dirección General Tecnología Agropecuaria. México pp. 95-98.

Favre, M. 2012. Concepto Básicos del Ensilaje para Obtener Excelentes Resultados Procesos Fermentativos dentro del silo. Dpto. de Investigación Alterbio. Consultado 3 feb. 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccionymanejo reservas/reservassilos/185-fermentacion.pdf

Ferguson, J. 2005. Nitrógeno en la Leche. Sitio argentino de Producción Animal. pp Consultado 12 feb 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/información_tecnica/suplementación_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/19-nitrogeno_de_urea_en_leche.pdf

Fernández, A. 2008. Urea, Suplementación con Nitrógeno no Proteico Rumiantes. EE A INTA Bordenave. Buenos Aires. Argentina. Consultado 12 feb 2014. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteico_y_con_nitrogeno_no_proteico_y_con_nitrogeno_no_proteico/44-urea_caracteristicas.pdf. pp. 1-5.

Flores, J. 1987. Manual de la Alimentación Animal. Volumen 3. Ed. Limusa. 3ª ed. 1987. México, D.F. pp. 780-786.

Gamarra, J. 2013. Manejo y Conservación de Avena Forrajera. Guía Técnica. Extensión y Proyección Social UNALM. Arapa-Azángaro-Puno. Perú. pp. 1-24. Consultado 12 feb 2014. Disponible en http://www.agrobanco.com.pe/data/Uploads/ctecnica/034-b-pasturas.pdf

Gonzales, M. 2000. Ensilado Manual y Diferentes Tamaños de Picado en Mezcla De Cebada *(Hordeum vulgare)*, Avena *(Avena sativa)* en la Comunidad de Kopalacaya Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 166p.

Holdridge, M. 1982. Ecología Basada en Zona de Vida. IICA, San José, Costa Rica. pp. 214-220.

Infocarne. 2013. Digestión en la vaca lechera. pp. 1-6. Consultado 4 mar 2014. Disponible en http://www.infocarne.com/bovino/digestión_vaca.asp

Juscafresca, B. 1980. Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo. Ed. AEDUS. 2a ed. Barcelona, España. pp. 88-89.

López, M. 1989. Nutrición y Alimentación de la Vaca y el Ternero. Ed. Albastros Buenos, Argentina. pp. 28-35.

Maynard, L. 1981. Nutrición Animal. Ed. McGRAW-HILL. 7a ed. En México. pp. 237-240.

McDonald, P. 1988. Nutrición Animal. Ed. Acribia. 4a ed. Zaragoza. España. pp. 431-439.

Ministerio de Industria Comercio y Turismo. 1991. Dirección General de Normas y Tecnología. Determinación de proteínas totales según método Kjedahl. Bolivia. 1975 Centro de Comercio Internacional UNCTD/GATT. Control de calidad en la Industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 17-19.

Morrison, F. 1991. Compendio de Alimentación del Ganado. Ed. Limusa, Cornell. University. Ed. UTEHA. México. pp. 8-24.

Mufarrege, D. 1999. Los Minerales en la Alimentación de Vacunos para Carne en la Argentina. E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes. Trabajo de Divulgación Técnica. pp. 1-36. Consultado 4 mar 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com .ar/suplementacion_mineral/60-minerales_en_la_alimentacion_vacunos.pdf

Padrón, E. 1996. Diseño Experimental con Aplicación a la Agricultura y la Ganaderia Ed. Trillas. México. pp. 55-64.

Parish, J y Rhinehart,J. 2008. Proteínas en Beef Cattle dietas. Ciencia Animal y Lechería Extensión. Universidad Estatal de Misisipi. USA. pp. 1-8. Consultado 4 mar 2014. Disponible en http://www.thebeefsite.com/articles/1542/protein-in-Beef-cattle -diets

Polar, V. 2000. Influencia del uso de Aditivos en el Valor Nutritivo del Ensilaje Asociado de Avena (*Avena sativa*), Vicia (*Vicia sativa*) y Triticale (*Triticum spp.*) En tres épocas de corte. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 116p.

Poma, C. 2011. Evaluación del Efecto de Diferentes Aditivos en la Composición Química del Ensilaje de Cebada *(Hordeum vulgare)* para la Alimentación del Ganado en el Municipio de Viacha. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 64 p.

Prieto, G. 1988. Evaluación Agrostologíca y Mapeo de una Pradera Nativa en el Altiplano Semiárido de la Provincia Ingavi. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia. 94p.

Ojeda, F. 1991. Conservación de forrajes. Ministerio de Educación Superior. Ed. Pueblo y Educación. Cuba. pp. 4-19.

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. "A. O. A. C." USA. 1990. Vol2. Met. 945.38(see 920.39C), 15th. Ed. Centro de Comercio Internacional UNCTD/GATT. Control de calidad en la industria Alimentaria Alimentaria. Manual de introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 13-15.

Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. 1984. 13 h ed. Analytical Methods for Atomic Absorption spectrometry de la Perkin Elmer Instruments. pp. 1-3.

Official Methods of Analysis of the Ciation of Official Analytical Chemists "A.O.A.C." USA. 1984. Met. 3.098, 14th Ed. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 21-25.

Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. "A. O. A. C." USA. 1990. Vol 20. Met. 945.38 (see920.39C), 15th. Ed. Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 7:9-005. Control de calidad en la Industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 3-6.

Rojas, G. 1999. Alimentos. Universidad Mayor San Marcos. Facultad de Química. pp. 1-24. Consultado 4 mar 2014. Disponible en http://www.monografias.com/trabajos/alimentos.shtml#izz30lbrofzu

Richard, R. 1988. La Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos Manual Metodológico de Evaluación Económica. CIMMYT. México D.F. pp. 20–29.

Ruiz, C y Tapia, M. 1987. Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú. Adolfo Arteta. Perú. pp. 228-247.

SAS. 1985. SAS Users. Guide: Statistics. Versión 5. Ed. SAS, Institute. North Carolina, USA. 956 p. pp. 155 -169.

San Miguel, A. 2006. Fundamentos de Alimentación y Nutrición del Ganado. E. T. S. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. pp. 1-46. Consultado 10 abril 2014. Disponible en http://www2.montes.upm.es/Dpto/Dptosilvopascicultura/SanMiguel/apuntes_presentaciones.pdf

Sánchez, C. 2005. Cultivos y Producción de Pastos y Forrajes. Ed. Ripalme. Perú pp. 80-89.

Sánchez, C. 2005. Suplementación con Nitrógeno No Proteico en Rumiantes Alimenticio en Caprinos. Investigador. FONAIAP- Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. pp. 1-8. Consultado 10 abril 2014. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistastec/FonaiapDivulga/fd58/bloques

Santos, M. 2002. Consumo y Digestibilidad in situ de Alimentos Suministrados a Vacas Vacas en Producción en Tres Ecosistemas del Altiplano de La Paz. Tesis de grado. Universidad de San Andrés. La Paz-Bolivia. 90 p.

Serrentino, R. 2011. Ensilaje. Plan Agropecuario Nº50. pp. 1- 5. Consultado 10 abril 2014. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R50R/R_50_18.pdf

Sewell, H. 2013. Los Suplementos de Urea para el Ganado vacuno. Departamento de Ciencias Animales. Universidad de Missouri Extensión. USA. pp. 1-22. Consultado en 10 abril 2014. Disponible en http://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search%3Fq%3Dfood%2Bquad%2Bcatte%26sa%3DX%26Biw%3D1280%26bih%3D856&rurl=translate.google.com&sl=en&u

Tola, V. 2002. Valor Nutritivo de Cinco Especies Forrajes Nativas empleadas en la Alimentación de bovinos en el altiplano norte. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia.

Whittier. JC. 2013. Urea y NPN para Ganado Bovino y Ovino. Colorado State University Extensión. USA. 11 p. Consultado 10 abril 2014.Disponible enhttp://www.ext.colostate.edu/pubs/livestk/01608.html

Ureña, F. 2012. Digestión, Absorción y Metabolismo de las Materias Nitrogenadas en Monogástricos y Rumiantes. 34 p. mailto:pa1gamaa@uco.es

ANEXOS

ANEXO. 1

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO (RESULTADOS EXPRESADOS EN BASE SECA)

CENIZAS (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Cenizas (%)	8.93	8.63	8.71	8.58	8.93	8.26	10.34	9.76	8.93	9.22	9.55	8.44

PROTEINA (%), FACTOR 6.25

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Proteína (%), factor 6.25	10.01	14.04	11.72	13.12	10.01	12.85	13.31	12.50	10.01	13.75	13.86	12.28

GRASA (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Grasa (%)	3.16	3.87	4.12	3.87	3.16	4.42	4.47	4.72	3.16	4.32	4.33	4.17

ACIDO LACTICO (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Ácido láctico (%)	5.30	4.26	2.41	3.83	5.30	2.86	3.60	4.44	5.30	4.98	4.78	2.50

ACIDO ACETICO (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Ácido acético (%)	0.065	0.033	0.01	0.033	0.065	0.006	0.01	0.01	0.065	0.021	0.012	0.023

CALCIO (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Calcio (%)	0.25	0.23	0.24	0.22	0.25	0.20	0.30	0.27	0.25	0.26	0.28	0.21

FOSFORO (%)

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
Fósforo (%)	0.33	0.35	0.32	0.30	0.33	0.30	0.39	0.37	0.33	0.36	0.38	0.31

P^H EN BASE HUMEDA Y BASE SECA

NIVELES	0 %	0.5%	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	0 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %
	T1(T7)	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Parámetro	**T1/R1**	**T2/R1**	**T3/R1**	**T4/R1**	**T1/R2**	**T2/R2**	**T3/R2**	**T4/R2**	**T1/R3**	**T2/R3**	**T3/R3**	**T4/R3**
P^H (%)	3.78	4.18	4.62	4.11	3.78	4.56	4.52	4.40	3.78	4.95	4.23	4.02

CUADRO DE PESO MATERIA SECA POST-ENSILADO

	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**
HUMEDAD	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
PESO HUMEDO(gr)	187.1	187.6	187.75	187.55	185.15	186.25	189.9	185.35	187.22	186.97	188.84	186.48
PESO SECO(gr)	58.95	56.05	65.85	51.70	55.0	55.40	53.45	55.23	56.12	55.73	59.65	53.49

ANEXO. 2

Características Organolépticas del ensilaje de avena

Tratamiento		Características organolépticas				
		Color	**Olor**	**Textura**	**Humedad**	**Calidad**
T-1	**T-1**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable a fruta sin mal olor	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-2	**T-2**	Igual que en la evaluación anterior	Agradable a fruta madura sin mal olor	Igual que en la evaluación anterior	Igual que en la evaluación anterior	Buena
T-3	**T-3**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Igual que en la evaluación anterior	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-4	**T-4**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Igual que en la evaluación anterior	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-1	**T-5**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable a fruta sin mal olor	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-2	**T-6**	Igual que en la evaluación anterior	Agradable a fruta sin mal olor	Igual que en la evaluación anterior	Igual que en la anterior	Buena

T-3	**T-7**	Igual que en la evaluación anterior	Igual que en la evaluación anterior	Las hojas a separan fácilmente del tallo bordes mal definidas	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-4	**T-8**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	Igual que en la evaluación anterior	Buena
T-1	**T-9**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable a fruta sin mal olor	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-2	**T-10**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Igual que en la evaluación anterior	Igual que en la evaluación anterior	Buena
T-3	**T-11**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Igual que en la evaluación anterior	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena
T-4	**T-12**	Verde amarillo Tallos más pálido que hojas	Agradable con ligero olor a vinagre sin residuo en mano	Conserva sus contornos bien definidos, hojas y talos unidos con vellosidades	No humedece las manos al comprimir en el puño	Buena

ANEXO. 3

Costos de Producción de Ensilaje de Avena

Costo Neto de Producción en Dólares por Hectárea

Rendimiento de Forraje 32.56 Ton/Ha

Costo de Producción de Forraje 1235.01 $/Ha

Uso de maquinaria para la siembra				
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Arado	4.0	Hr.	11.80	47.20
Rastra	5.0	Hr.	11.80	59.00
Siembra	1.0	Hr.	11.80	11.80
SUBTOTAL				118.00

Insumos Agrícolas				
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Semilla	90	kg	0.50	45.00
T-2(0.5% urea) 3gr.	3	gr.	0.0051	0.0153
T-3(1.0% urea) 6gr.	3	gr.	0.0102	0.0306
T-4(1.5% urea) 9gr.	3	gr.	0.0153	0.0459
SUBTOTAL				45.0918

Cosecha de Forraje de Avena				
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Cavado de las Fosas	4	Jornal	17.14	68.56
Cosecha y picado	4	Hr	11.42	45.68
Apisonado del Silo	4	Jornal	17.14	68.56
Tapado del Silo	4	Jornal	17.14	68.56
Transporte	1	Hr.	10	10.00
SUBTOTAL				261.36

Otro Insumo y Laboratorio				
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Polietileno	48	metros	2.14	102.72
Análisis de Laboratorio	10	ciloBal	57.14	571.40
SUBTOTAL				674.12

Riego				
Concepto	**Cantidad**	**Unidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Riego	0.036	Parcela regada	3790.0	136.44
SUBTOTAL				136.44
TOTAL				1235.01

ANEXO.4

UMSA iiq
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUIMICAS
Cota Cota Calle 27 Campus Universitario
La Paz – Bolivia

FCPN/CCQ/IIQ/176/2013

La Paz, 25 de noviembre de 2013

INFORME DE ANALISIS
I.I.Q./SA/148/2013

1. Solicitante: Víctor Ramírez.
2. Análisis: Fisicoquímico.
3. Número de muestras: Doce muestras de ensilados.
4. Código laboratorio: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 y T12.
5. Resultados:
Fisico-quimico (Resultados expresados en base seca)

Parámetro	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Cenizas (%)	8.93	8.63	8.71	8.58	8.93	8.26	10.34	9.76	8.93	9.22	9.55	8.44
Proteína(%), factor 6.25	10.01	14.04	11.72	13.12	10.01	12.85	13.31	12.50	10.01	13.75	13.86	12.28
Grasa (%)	3.16	3.87	4.12	3.87	3.16	4.42	4.47	4.72	3.16	4.32	4.33	4.17
pH	3.78	4.18	4.62	4.11	3.78	4.56	4.52	4.40	3.78	4.95	4.23	4.02
Ácido láctico (%)	5.30	4.26	2.41	3.83	5.30	2.86	3.60	4.44	5.30	4.98	4.78	2.50
Ácido acético (%)	0.065	0.033	0.01	0.033	0.065	0.006	0.01	0.01	0.065	0.021	0.012	0.023
Acido butírico (%)	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d	n. s. d
Calcio (%)	0.25	0.23	0.24	0.22	0.25	0.20	0.30	0.27	0.25	0.26	0.28	0.21
Fosforo (%)	0.33	0.35	0.32	0.30	0.33	0.30	0.39	0.37	0.33	0.36	0.38	0.31

n. s. d = no se detecto

6. **Observaciones:**

El muestreo fue realizado por la persona solicitante.

Es cuanto se informa para fines consiguientes.

Ph.D. Student Marcela Melgarejo
Analista

Ph.D. Giovanna Almanza
Directora - I.I.Q.

cc. correlativo IIQ y archivo Laboratorio

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
INSTITUTO DE INVESTIGACION QUIMICAS
La Paz - Bolivia

ANALISIS DE MUESTRAS DE ENSILAJE DE AVENA

ANALISIS FISICO QUIMICO: Los parámetros se determinar de acuerdo a los análisis por duplicado como mínimo y los resultados fueron elaborados con los valores ponderados.

PROTEINA: "Cereales - Quinua en grano - Determinación de proteínas totales según el método Kjedalhl". El método Kjedalhl y multiplicado por un factor de conversión es 6.25. Según este método el nitrógeno de las proteínas es convertido en sulfato de amonio por la digestión con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador. El amoniaco es liberado del sulfato de amonio, cuando la solución de esta sal es destilada en medio alcalino por adición de hidróxido, el cual debe ser recibido y retenido en la solución de ácido bórico; que se titula frente a un patrón de ácido clorhídrico, la transformación del contenido de nitrógeno en proteína, se calcula utilizando el factor antes mencionado. Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Dirección General de Normas y Tecnología. Determinación de proteínas totales según método Kjedahl. Bolivia. 1975. Centro de Comercio Internacional UNCTD/GATT. Control de calidad en la industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 17-19.

EXTRACTO ETEREO: "Cereales – Quinua en grano – Determinación del contenido de materia grasa". El sistema de extracción de grasas tipo Soxhlet, permite en primer lugar vaporizar el solvente condensándolo, hasta que recubra la muestra que se va a extraer y después por un mecanismo de sifón lo devuelve al matraz de ebullición para su nueva evaporación y así sucesivamente, hasta que termine de extraer en su totalidad la grasa de la muestra, la que queda disuelta en el disolvente. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. "A.O.A.C." USA. 1990. Vol 2. Met. 945.38

(see 920.39C), 15th. Ed. Centro de Comercio Internacional UNCTD/GATT. Control de calidad en la industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 13-15.

CENIZAS: “Cereales - Método para Determinar Cenizas”. Mufla eléctrica, con control termostático de temperatura y circulación de aire suficiente, que permita mantener durante el ensayo una temperatura de 600ºc. Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 7:9-005 Cereales – Método de Determinación de Cenizas. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 1-3.

CALCIO: “Harina de Trigo – Método instrumental – Determinación de calcio. La determinación del contenido de ion metálico calcio se realiza por absorción atómica con aspiración de llama aire/acetileno, previamente calcinada la muestra para reducir la materia orgánica y convertir el metal único orgánico o inorgánico a su forma de metal libre. Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists, 13 h ed. Analytical Methods for Atomic Absorption spectrometry de la Perkin Elmer Instruments. pp. 1-3.

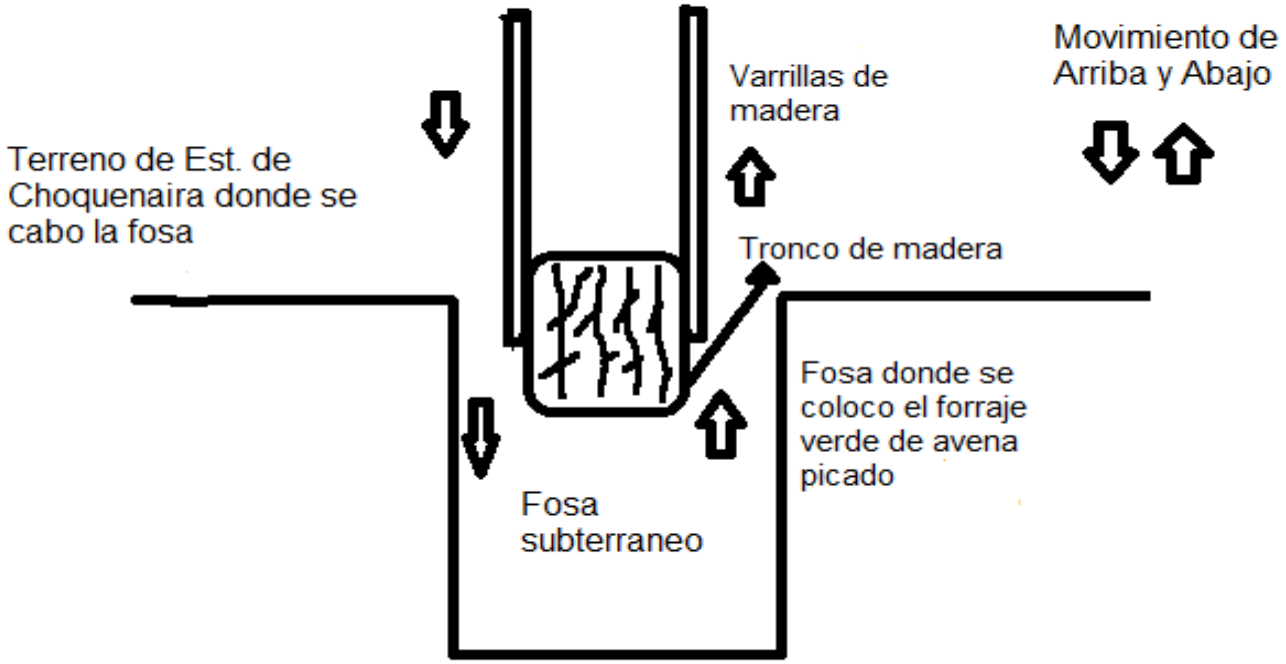
FOSFORO: “Cereales – Quinua en grano – Determinación del contenido de fosforo”. Se cuantificación de fosforo total es espectrofotométrico, previa calcinación y disolución acida de la muestra. La evaluación espectrofotométrica está basada a formación del complejo de azul de molibdeno fosforo y el molibdato, con una máxima absorbano 700 nm de longitud de onda. Official Methods of Analysis of the Ciation of Official Analytical Chemists “A.O.A.C.” USA. 1984. Met. 3.098, 14th Ed. IBNORCA. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 21-25.

ACIDO LACTICO: “Método de Volumetría”. Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. “A.O.A.C.” USA. 1990. Vol 2. Met. 945.38 (see 920.39C), 15th. Ed. Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 7:9-005. Control de calidad en la industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. . Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 3-6.

ACIDO ACETICO: “Método de Volumetría”. Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 7:9-005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. “A.O.A.C.” USA. 1990. Vol 2. Met. 945.38 (see 920.39C), 15th. Ed. Control de calidad en la industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. . Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 3-6.

ACIDO BUTIRICO: “Método de Volumetria”. Separaciones mediantes técnicas cromatografías y volumetría. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. “A.O.A.C.” USA. 1990. Vol 2. Met. 945.38 (see 920.39C), 15th. Ed. Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 7:9-005. Control de calidad en la industria alimentaria. Manual de Introducción. Ginebra, 1991. IBNORCA. . Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. pp. 3-6.

INSTRUMENTO DE COMPACTACION



ANEXO 5.

FOTOGRAFIAS

Foto1. Apertura de una de las fosas.

Foto 2. Limpieza de la tierra del silo para sacar el ensilaje.

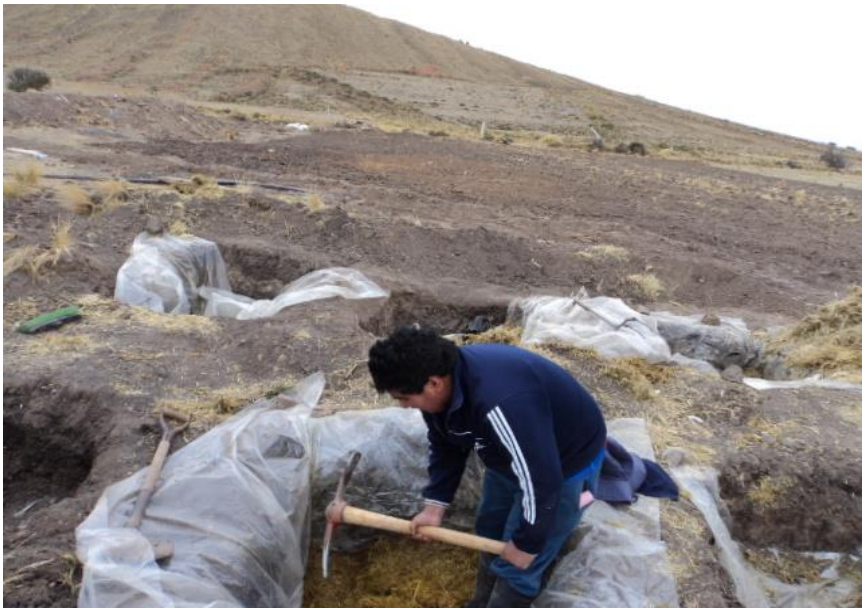


Foto 3. Se remueve con la picota el ensilado de avena para sacar las muestras.

Foto 4. Remoción con las manos para que sea suelto el ensilado de avena

Foto 4. Se saca el ensilado de la fosa.

Foto 5. Se lleva el ensilado para su pesado y determinación de las Muestras correspondiente