UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE MAIZ AMILACEO (*Zea mays L.* ssp *amiláceo*) POST COSECHA EN LA CUENCA LECHERA DE ABANCAY

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

BACH. EDITH ENRIQUEZ TICONA

Abancay, junio de 2015

PERU

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE MAIZ AMILACEO (*Zea mays L.* ssp *amiláceo*) POST COSECHA EN LA CUENCA LECHERA DE ABANCAY

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

DEDICATORIA

A mi hijo, Sergio Manuel que tanta felicidad me da, por brindarme su cariño y enseñarme a ser mamá, por ser mi motor y motivo de realizar todos mis objetivos, a mis padres, hermanas y pareja quienes día a día han contribuido para lograr un paso más en mi vida, para ellos con el mayor afecto y cariño por siempre brindarme su apoyo.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme el día a día para ejecutar la tesis, por brindarme la tranquilidad que se necesita a pesar de los problemas en la vida.
- A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por darme la oportunidad de ser parte de ella y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por darme los conocimientos.
- Al Doctor Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva muy especialmente, porque como Maestro, Director de tesis y como amigo, me proporcionó todo su conocimiento y apoyo desinteresado para la realización del presente trabajo, por su empeño y confianza en mi persona para hacerlo de la mejor manera.
- A mis padres José Manuel y Lucia por brindarme el tesoro más grande que es la educación por su apoyo económico permanente para financiar la ejecución de tesis como por el esfuerzo constante que realizaron para mis estudios superiores y sobre todo por el amor y confianza que me tienen.
- A mis hermanas Mery y Yenny por apoyarme, compartir mis alegrías y por alentarme a ponerle ganas a todo.
- A mi pareja Sergio Raúl por los consejos e ideas.
- A mi hijo Sergio Manuel por ser en estos dos años mí motivo para salir adelante y darle una vida mejor, por ser la inspiración de superarme cada día, para ser mejor madre y sobre todo para ser una amiga.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- A los productores de las zonas de Carhuacahua, Soccoshuacco y Kerapata, que muy amablemente contribuyeron a que se pueda realizar este estudio, brindando el acceso para evaluar el ensilado que realizaron.
- A los estudiantes de producción de bovinos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del semestre 2013- II que evaluaron sensorialmente el ensilado y ejecutaron las fichas de evaluación del ensilado de maíz, que sirvió de gran ayuda para la redacción de los resultados del trabajo.
- Al jurado evaluador de la tesis, Doctores Martin Equicio Pineda Serruto, Julio Iván Cruz Colque y Juan Roberto Soncco Quispe por considerar la presente tesis útil para la zona de Abancay y aprobar su ejecución.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Manuel Israel Hernández García

Presidente de la Comisión Reorganizadora

Dr. German Hernán Rivera Olivera

Vicepresidente Académico de la Comisión Reorganizadora

Mg. Jaime Raúl Prada Sánchez

Vicepresidente Administrativo de la Comisión Reorganizadora

Dr. Nilton César Gómez Urviola

Decano de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

JURADO EVALUADOR

MVZ. Martin Equicio Pineda Serruto

Presidente

MVZ. Juan Roberto Soncco Quispe

Primer Miembro

MVZ. Julio Iván Cruz Colque

Segundo Miembro

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ASESOR DE TESIS

MSc. MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva

Asesor

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....1

II. MARCO TEORICO.....3

2.1.Antecedentes de la investigación 3

2.2.Bases teóricas 8

2.2.1. Generalidades del cultivo de maíz 8

2.2.1.1. Ubicación taxonómica.....8

2.2.1.2. Características Técnicas del maíz amiláceo.....8

2.2.1.3. Características Productivas del maíz amiláceo.....9

2.2.2. Ensilaje.....10

2.2.2.1. ¿Qué es el ensilaje?.....10

2.2.2.2. Ventajas.....11

2.2.2.3. Desventajas.....12

2.2.2.4. Etapa de maduración del maíz para ensilaje.....12

2.2.2.5. Proceso de fermentación.....14

2.2.2.6. Perdidas cuantitativas cualitativas.....17

2.2.3. Calidad nutricional de ensilajes.....20

2.2.4. Factores que hacen a la calidad del silaje de maíz.....20

2.2.4.1. El tamaño de picado.....20

2.2.4.2. Altura de corte.....21

2.2.4.3. El momento de corte.....22

2.2.4.4. La cantidad de grano.....23

2.2.4.5. La digestibilidad de la fracción vegetativa.....24

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

2.2.4.6.El proceso de ensilaje.....26

2.2.5. Estimación de la calidad nutricional.....27

2.2.5.1.Nutrientes y fracciones analíticas.....31

2.2.5.2. Parámetros fermentativos.....37

2.2.5.3. Digestibilidad y Consumo Estimado.....40

2.2.5.4. Evaluación Organoléptica.....44

III. MATERIALES Y METODOS.....48

3.1.Tipo de investigación.....48

3.2.Lugar de investigación.....48

3.3.Población en estudio.....49

3.4. Técnicas de investigación.....49

3.4.1. Determinación dela composición química.....50

3.4.2. Evaluación organoléptica.....52

3.4.3. Estimación de la digestibilidad.....54

3.4.4. Estimación del consumo.....54

3.5.Tamaño y selección de muestra.....54

3.6. Recolección de información.....54

3.7. Estructura de la ficha de evaluación de ensilajes de maíz.....55

3.8. Procesamiento y análisis de datos.....55

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....56

4.1.Composición nutricional de los ensilados.....56

4.2.Parámetros fermentativos 60

4.3.Evaluación organoléptica.....62

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.4. Estimación de digestibilidad y consumo del ensilado de maíz.....64

4.4. Calificación de los ensilados.....66

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....67

5.1. Conclusiones.....67

5.2. Recomendaciones.....67

VI. BIBLIOGRAFIA.....69

ANEXO.....86

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional y producción de forraje de maíz a diferentes edades del cultivo en fincas del piedemonte llanero.....13

Tabla 2 .Proceso de fermentación del ensilaje de maíz.....17

Tabla 3. Composición nutricional del ensilado de maíz.....30

Tabla 4. Variación del contenido de nutrientes del ensilaje de maíz y causas exteriores que provocan rangos fuera de lo normal.....36

Tabla 5. Calificación de ensilados respecto a la relación pH/ MS.....38

Tabla 6.Contenido de nitrógeno amoniacal en ensilajes y su reacción con la calidad de fermentación y consumo animal.....40

Tabla 7.Variacion del consumo del ensilaje de maíz según el porcentaje de FDN.....42

Tabla 8. Escala para la valoración organoléptica de los ensilajes.....46

Tabla 9. Diferencias organolépticas según el tipo de silaje.....47

Tabla 10.Valor nutricional de los ensilados analizados.....56

Tabla 11.Valores fermentativos de los ensilados analizados.....60

Tabla 12. Puntuaciones otorgados por los alumnos de acuerdo a su percepción del ensilado.....62

Tabla 13. Digestibilidad y consumo estimados de los ensilados.....64

Tabla 14.Calificacion de los ensilados, puntajes de laboratorio y sensorial. 66

Tabla 15. Evaluación sensorial del ensilado de Carhuacahua (1).....86

Tabla 16.Ficha de evaluación del ensilaje de Carhuacahua (1).....87

Tabla 17.Evaluacion sensorial del ensilado de Kerapata 88

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 18.Ficha de evaluación del ensilaje de Kerapata.....89

Tabla 19.Evaluacion sensorial del ensilado de Soccoshuayjo.....90

Tabla 20.Ficha de evaluación del ensilaje de Soccoshuayjo.....91

Tabla 21.Evaluacion sensorial del ensilado de Carhuacahua (2).....92

Tabla 22.Ficha de evaluación del ensilaje de Carhuacahua (2).....93

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Factores que determinan la calidad de un ensilaje (Balocchi y Lopez, 1991).....27

Figura 2. Calidad de fermentación en relación con el contenido de materia seca y pH de ensilajes.....38

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.Docentes y alumnos participando de la feria por el aniversario de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia con exposición de ensilados de maíz forrajero y amiláceo de la zona.....94

Fotografía 2. Exposición del docente del curso de producción de bovinos para la evaluación de la calidad nutricional a través de la ficha.....94

Fotografía 3. Alumnos ejecutando la ficha de evaluación sensorial.....95

Fotografía 4.Toma de muestras de ensilajes para envío a laboratorio.....95

Fotografía 5. Ensilado de la zona de Carhuacahua.....96

Fotografía 6. Ensilaje de la zona de Kerapata.....96

Fotografía 7. Ensilaje de la zona de Soccoshuayjo.....97

Fotografía 8. Ensilaje de la zona de Soccoshuayjo.....97

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ABREVIATURAS

CEN: Ceniza

CORFOGA: Corporación Ganadera de Costa Rica.

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.

CORPOICA: Corporación Colombiana de investigación agropecuaria.

DDM: Digestibilidad estimada o materia seca digestible

DMI: Consumo estimado o materia seca consumida.

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

EM: Energía metabolizable

ENL: Energía neta de lactancia

FDN: Fibra detergente neutra

FDA: Fibra detergente ácido

ITGG: Servicio de alimentación ganadera

MS: Materia seca

N-NH_3: Nitrógeno amoniacal

NRC: National Research Council

NT: Nitrógeno total

NDT: Nutrientes digestibles totales.

PC: Proteína cruda

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

RESUMEN

En la cuenca lechera de Abancay el maíz amiláceo de consumo humano está siendo aprovechado por productores para realizar ensilado de maíz amiláceo como una forma de conservar el alimento para el ganado vacuno. Se realizó un estudio durante el año 2013 con el objetivo de evaluar la calidad nutricional del ensilado de maíz amiláceo (*Zea mays L.* ssp *amiláceo*) post cosecha, para lo cual se determinó la composición química: materia seca (MS), proteína cruda (PC), ceniza (CEN) mediante la metodología AOAC, 1990 ; fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA) a través del método Van Soest *et al.*, 1991, pH y nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) por el método Preston , 1986, también se evaluó organolépticamente : el color, madurez, presencia de materiales extraños, olor y se estimó la digestibilidad y consumo para vacunos. Los promedios encontrados en el análisis químico fueron: MS 34.3±2.76%, PC 6.2±2.68%, CEN 6.9±1.99%, FDN 49.0±4.45%, FDA 32.5±3.00%, pH 3.65±0.02, $N\text{-}NH_3$ (NT%) 10.01±3.24% respectivamente, estos valores son similares a estudios de ensilajes de maíz forrajero. A la evaluación organoléptica en cuanto a color, material extraño y olor los puntajes fueron buenos 17, 8, 18 respectivamente comparados con los puntajes deseados 25, 10 y 25 no siendo así en cuanto a madurez el puntaje fue bajo: 10 comparado con el máximo que es 40 por tratarse de ensilajes elaborados después de la cosecha. La digestibilidad y consumo estimado fueron 63.65% ±2.27 y 2.47% ±0.23 que también son adecuados. En general los ensilajes de maíz amiláceo son de buena calidad por lo que creemos se debe promocionar su elaboración.

Palabras clave: valor nutricional, ensilado, maíz amiláceo, consumo y digestibilidad.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

SUMMARY

Starch corn for human consumption is being taken in advantage by producers to make corn starch silage in Abancay dairy region as a way to preserve food for cattle. This research was done with the aim to evaluate the nutritional quality of post harvest starch corn silage (*Zea mays L.* ssp *starch*) in the year 2013. A chemical composition was determined: dry matter (DM), crude protein (CP), ash (CEN) by the AOAC methodology; neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) through Van Soest method, pH and ammonia nitrogen (NH3-N) by the Preston, method. It was also organoleptically evaluated: color, maturity, foreign material, odor and digestibility and cattle consumption were estimated. The averages results at the chemical analysis were: DM 34.3 ± 2.76% ±2.68% CP 6.2, ASH 6.9 ± 1.99% ± 4.45%, NDF 49.0, ADF 32.5 ± 3.00%, pH 3.65± 0.02, N-NH_3 10. 01 ± 3.24% of TN respectively. These values are similar to forage maize silage studies. According to organoleptic evaluation in terms of color, foreign material and odor the scores were good: 17, 8, 18 respectively compared to desired scores 25, 10 and 25, but maturity were not in score 10 compared to the maximum 40 that is drawn silage treated after harvest. Digestibility and estimated consumption were 63.65% ± 2.27 and 0.23 ± 2.47% which are also suitable. Overall silage corn starch are good quality and we recommend to promote their use.

Keywords: nutritional value, silage, corn starch, intake and digestibility.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

I. INTRODUCCIÓN

El maíz amiláceo es uno de los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú; la producción es principalmente destinada al autoconsumo en forma de choclo, cancha, mote, harina pre cocida, y bebidas, entre otras formas de uso, por lo tanto, importante para una población de aproximadamente ocho millones de personas que lo consumen. Así mismo, la producción de maíz para consumo en forma de choclo y cancha, es la más importante fuente de ingreso para los productores de estos tipos de maíz en la sierra del país (MINAG, 2012).

En el valle interandino de Abancay se siembra maíz amiláceo para consumo humano, que por los conocimientos tradicionales luego de ser cosechadas las mazorcas con el grano se deja como rastrojo del maíz la chala en pie o son cortados y acumulados, el cual se hace secar para después ser parte de la dieta de los rumiantes; en esta forma se desperdicia el valor nutritivo de la planta, probablemente por desconocimiento de los productores.

Hoy en día después de la cosecha de maíz amiláceo el rastrojo es aprovechado para ensilar, conservando así el alimento y no se pierda la calidad nutritiva del mismo. El resultado final del proceso conservativo se puede evaluar a través de análisis químicos, los cuales entregan información de los distintos parámetros de la composición y de calidad fermentativa involucrados (Elizalde, 1989). Dicha información, usada como referencia general, puede ser considerada para evitar riesgos de deficiencias o excesos que puedan

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

generar problemas productivos (Chamberlain *et al.*, 1996; Merry *et al.*, 2000) o de salud animal (Araya y Lanuza, 1994).

El ensilaje de maíz usualmente se realiza del maíz forrajero que es la cosecha más apta para ensilar, pues se conserva muy bien sin adición de conservadores ni control de humedad y resulta ser un producto muy apetecido por el ganado (Mier, 2009). Tiene especial importancia para el ganado lechero porque la producción de leche es altamente dependiente de la cantidad de energía que consume la vaca lactante; además de energía, la vaca necesita ingerir fibra de calidad para que su rumen funcione adecuadamente. Estos requerimientos de nutrientes crean la necesidad de utilizar forrajes energéticos de alta digestibilidad, y el maíz forrajero cumple con estas especificaciones (Staples, 2003). Conociendo los valores nutricionales promedio de los ensilados de maíz forrajero, así mismo, la calidad como alimento para la crianza de todo tipo de rumiantes no siendo así para ensilajes de maiz amiláceo, por lo que este estudio contribuirá a que productores interesados en esta alternativa, la practiquen y mejoren la calidad de alimento que se le brinda al ganado lechero, al aprovechar el maíz amiláceo.

Por lo tanto, se evaluó la composición química de la MS, PC, CEN, FDN, FDA, pH y N-NH_3 y las características organolépticas como color, madurez, presencia de materiales extraños y olor, además se estimaron la digestibilidad y consumo del ensilado de maíz amiláceo post cosecha para bovinos.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En la Universidad de Wisconsin River Falls, en el curso de producción de plantas forrajeras. Los estudiantes aplican en el forraje conceptos de calidad, en uno de los dos eventos anuales del concurso de cultivos. Las fichas de evaluación se modificaron durante un período de 30 años para mejorar la forma de calificación del ensilado de maíz. Los objetivos incluyen desarrollar fichas de puntuación que son descriptivas, lógicamente organizada, y fáciles de entender, incluso por los estudiantes que tienen un conocimiento limitado de la planta, características y de experiencia con ensilajes; funcionan como una herramienta de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a entender la relación entre las características y la calidad del ensilaje para la alimentación del ganado. En este se evalúa categorías como la madurez, el color, el olor, la humedad, el contenido de granos (Greub *et al*., 2006).

Se realizó un ensayo en Brasil, para evaluar la productividad del ensilaje de dos variedades de maíz; el maíz para grano y para forraje y el valor nutritivo de su ensilaje sobre la base del comportamiento de bovinos en engorde. El maíz fue cosechado 120 días después de la siembra, cuando dos tercios de las hojas estaban secas y con el grano en estado pastoso, el ensilaje se almaceno en silos de 400 toneladas. La ración experimental estaba compuesta por ensilaje de maíz para grano o forraje, 7.2 litros de levadura liquida y 1.1 kilo de maíz molido. Los animales fueron pesados cada 28 días. Las características

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

químicas del maíz para grano fue: MS 45.6%, PC 8.3%, FDA 23.8%, N-NH_3 (NT %) 6.12 mg, pH 3.2 y en maíz para forraje los valores fueron: MS 34.8%, PC 7.3%, FDA 26.1%, pH 3.9, N-NH_3 8.7 mg. Se concluyó que el maíz para grano aportaba un mejor ensilaje que la variedad forrajera debido al hecho que en un mismo periodo de crecimiento, la variedad de grano producía un ensilaje de mejor calidad con mayor contenido de materia seca y un rendimiento en grano mayor en 41.3%, lo cual promovió una ganancia de peso mayor y una mejor conversión de alimentos en los bovinos de engorde (Spadotto *et al.*, 1999).

En el laboratorio de evaluación de alimentos para uso animal (LEAA) de la Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencia Agrarias, se llevó adelante un trabajo para evaluar la calidad nutritiva de silajes de maíz de la llanura pampeana y Mesopotamia Argentina respecto a MS, PC, FDN y FDA durante los años 2003 a 2007. En este trabajo, se observaron cambios en la composición química de silajes, aumentó significativamente el porcentaje de FDN y de PC a través de los años 2003 a 2007 sin embargo la FDA no respondió de igual modo, sin presentar una tendencia definida. Por tal motivo, se encontró que existía una tendencia incipiente a un aumento en la calidad de los silajes de maíz analizados que se evidenciaría con un aumento del contenido de PC, un aumento de FDN y una disminución de FDA (Cereijo, 2008).

Se efectuó un estudio en la ciudad de Popayán, con el objetivo de identificar alternativas forrajeras para afrontar épocas críticas en alimentación bovina, se evaluó el potencial de producción y el valor nutritivo del ensilaje de dos híbridos (Pioneer 3041,

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Dekalb 888) y una variedad (ICA 305) de maíz (*Zea mays*) solos y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*) (variedad Cargamanto), a los 120 días; después de cosechar se ensiló una muestra en microsilos de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 40 cm de largo. Los silos fueron abiertos 30 días después para su evaluación en el laboratorio. El valor nutricional del ensilaje de maíz, se puede catalogar como de regular calidad nutricional puesto que se observaron aceptables valores de pH 3.6-3.7 y PC 6.4 a 7.3%, al igual que la FDA entre 34.5-36.7% y valores altos en FDN de 63.6 a 66.8% lo cual disminuye el consumo (Oramas *et al*., 2007).

Se realizó un estudio sobre la composición nutricional de ensilajes de la zona sur (Chile) durante un periodo de veintiún años (1980-2000). El objetivo general fue caracterizar nutricionalmente los diversos tipos de ensilajes además de estudiar la evolución de la composición nutricional de ensilajes. Se observó una variación en el contenido de MS de ensilajes de maíz, donde las categorías baja (MS<21%) e intermedia (MS 21-25%) decrecieron en conjunto de 68% del total de muestras de dicho ensilaje durante el periodo 1980-1984 a 22% entre 1995-2000; y la categoría de alto contenido (MS>25%) aumentó de 32 a 78% en similar lapso de tiempo. Los contenidos promedio de PC fue de 7.5%, los valores promedio de CEN totales fueron inferiores a 10% indicador de un buen manejo de confección y el contenido promedio de N-NH_3 fue 5-10% que se consideró como buena (Berndt, 2002).

En el establecimiento San Ramón del departamento de Sauce (Argentina), a los 23 días de la confección del silo, se determinó por análisis químico, que el forraje estaba en

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

condiciones para su uso. La MS fue 32.2%, PC 7.6%, FDA 22.1%, pH 4.4 y N-NH_3 0.060%. El análisis indicaba que estábamos ante la presencia de un silo de muy buen valor nutritivo. El ensilaje de maíz posibilita el uso estratégico en el sistema de cría de esa zona. La técnica permitió destetar al ternero de parición tardía en febrero, para que las madres recuperen su condición corporal para el próximo servicio. También permitió una muy buena ganancia de peso, en un periodo corto de corral que posibilita vender el ternero con mayor peso y valor que al momento de destete (Salomón, 2010).

En la Universidad de Costa Rica, se cuantificó la fermentabilidad y valor nutricional mediante la técnica de microsilos del ensilaje de maíz cultivado en asociación con vigna (*Vigna radiata*). Se trabajó con 2 densidades de siembra de maíz y vigna (70:30 y 60:40), 3 niveles de melaza (0.2 y 4% p/p) e inóculo bacterial (con o sin). El material se cosechó a 85 días de sembrado. Al material antes de ensilar y ensilado se le determinó MS, PC, CEN, FDN, FDA, lignina, pH y N-NH_3. Al mejor tratamiento, se le fraccionó la PC y se estimó el contenido energético. La asociación maíz-vigna presentó un contenido de humedad aceptable y contenidos de FDN y FDA bajos. En el material ensilado, la densidad de siembra afectó la MS, CEN, PC, FDN, FDA, lignina, pH y N-NH_3. La melaza modificó la composición nutricional y las características fermentativas de los tratamientos, excepto el pH. El inóculo bacterial afectó la PC y pH del material. La densidad de siembra 70:30, con adición de 2% de melaza y sin inóculo bacterial presentó valores PC altos, porcentajes de FDN y FDA bajos, N-NH_3 bajo y un pH inferior a 4.2 (Castillo *et al.*, 2008).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Se caracterizó el valor nutritivo y la estabilidad aeróbica de la efectividad de la mezcla de bacterias más urea en ensilaje de maíz forrajero en forma de microsilos. Se tomaron 3 muestras de cada tratamiento (ensilado de maíz con y sin inóculo). La composición química nutricional del ensilado de maíz con inóculo fue MS 41.4%, PC 10.2%,CEN 6.6%, FDN 41.0%, FDA 27.6%, N-NH_3 0.22% y para ensilado de maíz sin inóculo fue MS 41.9%, PC 6.5%, CEN 6.5%, FDN 41.9%, FDA 26.7%, N-NH_3 0.8%, no se encontraron diferencias significativas para MS, FDN y FDA a los 90 días de almacenamiento para el ensilado de maíz con y sin inóculo, al momento de la apertura el ensilado de maíz con inoculo presenta un mayor valor de pH que el ensilado de maíz sin inóculo 4.2 y 3.8 respectivamente. En conclusión, la adición de inóculo microbiano mejoró la composición química y estabilidad aeróbica de ensilaje del maíz (Mier, 2009). Se determinó una tecnología adecuada para la elaboración de ensilaje en la zona rural, donde se involucró los costos de producción y la calidad del ensilaje esta variable fue medida a los 45 días de fermentación y se utilizó la técnica de Gross (1969), se evaluó los criterios de olor, consistencia y color del ensilaje; y el análisis económico se hizo a través de la determinación de los costos totales. La calidad del ensilaje obtuvo un puntaje entre 18 a 20. Se concluye que los silos experimentales son de muy buena calidad (Camacho, 2002).

Mediante la técnica del microsilo, se evaluó el efecto de la amonificación con niveles de 0, 1, 2 y 3% sobre el ensilaje de maíz con y sin mazorca. Los valores nutricionales en promedio con niveles de 0, 1, 2 y 3% fue para pH 5.4, MS 34.1% y PC 9.6%. En el pH no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con y sin

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

mazorca, los resultados confirman que la adición de amoníaco aumenta los valores del pH. En cuanto a MS la mazorca mejoró notablemente el contenido del mismo, puesto que constituye una proporción alta de la MS de la planta entera. No se registró efecto del amoníaco sobre el porcentaje de MS, la presencia de mazorca no afectó el contenido de PC; pero tendió a ser mayor cuando se ensiló con mazorca. Los resultados muestran el efecto benéfico de la amonificación sobre la estabilidad del ensilaje y sobre su valor nutritivo (Pabón *et al.*, 1987).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del cultivo de maíz

2.2.1.1. Ubicación taxonómica

La clasificación taxonómica del maíz (Zúñiga, 1989):

- Reino: Plantae
- División: Angiospermae
- Clase: Monocotyledoneae
- Subclase: Apetala
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Género: Zea
- Especie: *Zea mays L.*

2.2.1.2. Características técnicas del maíz amiláceo

Las principales variedades de maíz amiláceo (*Zea mays L. ssp amiláceo*) en el Perú son Pardo, Alazán, Mochero, Coruca, Blanco del Cuzco, Morado, San

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Gerónimo, Arequipeño, Huayleño y tienen un período vegetativo de 120 - 150 días. Este grupo de maíces tienen una gran variabilidad en el color del grano, en la textura, en su composición, en su apariencia y en su grado de madurez al momento de ser cosechado, además se caracterizan por tener un grano harinoso, blando y suave. El grano del maíz amiláceo tiene un alto contenido de almidón, en promedio (70%); un bajo contenido de proteína, alrededor de 4% de grasas, y además contiene fósforo, potasio, cobre, hierro, y zinc. Esta planta tiene una alta capacidad de conversión de radiación solar en materia vegetal, adicionalmente, el elevado contenido en almidón de su grano hace que tenga un contenido energético alto y que, por lo tanto, sea un buen material para ensilar (FAO, 1999).

2.2.1.3. Características productivas del maíz amiláceo.

Las principales zonas de producción y rendimiento en el 2011 fueron Cuzco (2,231 Kg/Ha), Junín (2,006 Kg/Ha), Huancavelica (1,544 Kg. /Ha), La Libertad (1,341 Kg/Ha), Apurímac (1,288 Kg/Ha), Huánuco (1,059 Kg/Ha), Cajamarca (777 Kg/Ha). Los rendimientos promedios de maíz amiláceo son de 800-1000 Kg/Ha en la sierra. Apurímac es una de las zonas principales de producción y rendimiento de maíz amiláceo, siendo el quinto departamento del país con un rendimiento de 1,288 Kg/Ha, en 2011 cosechó aproximadamente 30,303 TM. Estos bajos rendimientos se deben principalmente a lo siguiente: baja fertilidad de los suelos, mala preparación del terreno, no se abona el cultivo, mal distanciamiento entre surcos y plantas, no se hace una buena selección de semilla, se siembra mucho frijol asociado al maíz, no se hace control de las plagas y no se realiza las labores culturales en forma oportuna. El grano de maíz tiene alto

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

contenido de almidón, en promedio (70%), y bajo contenido de proteína (7%) es por eso que se complementa con las leguminosas que tienen entre 22 a 28% de proteína; contiene cantidades apreciables de vitaminas, las cuales varían según el tipo de endospermo duro o amiláceo y según sea este blanco o amarillo. Entre los cereales el maíz es uno de los granos que contiene mayor cantidad de grasas (4%) y porcentajes significativos de elementos mayores fósforo, potasio, así como elementos menores tales como cobre, hierro, zinc. El valor calórico de la harina de maíz, en promedio es de 360% con un valor nutritivo promedio de 11.6% (MINAG, 2012).

2.2.2. Ensilaje

Uno de los primeros hombres de ciencia que preconizó la práctica del ensilaje, fue el alemán M.Reihlen. Sus trabajos inspiraron probablemente al francés Auguste Gffart, 1877. Las noticias sobre este tema, llegaron a América a mediados del siglo XIX y el primer silo de América se construyó en Maryland en 1876. Al finalizar el siglo, el ensilaje del maíz era práctica común en los Estados Unidos (Hughes *et al.*, 1984).

2.2.2.1. ¿Qué es el ensilaje?

Bajo condiciones anaerobias la fermentación del ensilado es dominada por la actividad microbiana, la fermentación es controlada principalmente por: a) tipo de micro organismos que dominan la fermentación, b) sustrato disponible (carbohidratos solubles en agua) para crecimiento microbiano y c) contenido de humedad de la cosecha. Las bacterias productoras del ácido láctico utilizan carbohidratos solubles en agua para producir ácido láctico, el principal ácido

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

responsable de la disminución del pH en el ensilado. La falta de aire evita el crecimiento de los mohos y levaduras y el pH bajo evita el crecimiento de la mayoría de las bacterias después de que ha terminado la fermentación, el ensilado puede conservarse por periodos prolongados si prevalecen estas condiciones (Kung, 2004).

2.2.2.2. Ventajas

El empleo del ensilado en gran parte de las explotaciones, se debe a las siguientes ventajas: Permite una administración más eficiente de la tierra cultivando cuando es más adecuado y cosechando el forraje durante el periodo de mayor rendimiento nutritivo. El ensilaje permite la conservación del forraje suculento de buena calidad y menor costo en cualquier época del año. Es un alimento uniforme por lo que permite tener homogeneidad en las raciones. Es un alimento con buena palatabilidad para el ganado. El ensilado se digiere mejor debido a su gran riqueza en agua (30 a 50%) el ganado lo masca y rumia mejor. El proceso de ensilaje es más independiente de accidentes climatológicos. La recolección y las operaciones correspondientes al suministro a los animales se pueden mecanizar en su mayor parte. El ensilado se puede tener almacenado con pocas pérdidas de principios nutritivos, mientras que el heno, a los 2 años pierde la mayor parte de su riqueza en vitamina A. La leche producida por los animales alimentados con ensilado es más rica en vitamina A y caroteno y está menos expuesta a tomar olor a oxidada. El proceso de ensilaje destruye las semillas y por lo tanto, contribuye a eliminar las malas hierbas así como plagas en las fincas.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

No presenta peligro de incendios por ignición espontánea. La cosecha se realiza rápidamente. Su costo de almacenamiento es bajo. La cosecha de una superficie dada, se puede almacenar en menos espacio como forraje ensilado que como forraje seco (Miller, 1989).

2.2.2.3. Desventajas

La inversión inicial en el equipo para la cosecha y almacenamiento es alta, sobre todo si se cosechan menos de 200-300 toneladas de forraje. Existen pérdidas por descomposición, cuando no se realiza un buen almacenamiento. Los jugos y gases del ensilaje afectan al medio ambiente. El óxido nitroso que se acumula es peligroso para el hombre. Excesos de humedad forman fermentaciones indeseables provocando altas pérdidas. Bajo consumo voluntario en comparación con el forraje fresco o el heno de similar digestibilidad. Bajo en cantidad de energía y su utilización. Bajo nivel de aminoácido (Beever *et al.*, 1977).

2.2.2.4. Etapa de maduración del maíz para ensilaje

La más alta digestibilidad del forraje para ser ensilado, es decir, el mayor valor nutritivo se alcanza cuando el cultivo se encuentra en estado lechoso-masoso. En esta etapa se obtiene el equilibrio de la máxima calidad y el óptimo rendimiento. Bajo estas condiciones, el forraje verde contiene aproximadamente 70% de humedad y un adecuado contenido de hidratos de carbono fácilmente fermentable y aprovechable si se someten a ensilar. Después de dicha etapa aumenta la celulosa, lo que determina una reducción gradual del valor nutritivo. El forraje de maíz da mejor resultado cuando el contenido de materia seca no es menor de 25-35%. Si el forraje ensilado tiene menos del 28% de MS pueden producirse

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

fermentaciones por clostridios, de modo que una mayor cantidad de proteína se degrada hasta compuestos no proteicos y puede escurrir una cantidad excesiva de jugos dando así una pérdida de principios nutritivos y contaminación del medio ambiente (Morrison, 1987; Miller, 1989). La madurez optima de cosecha es cuando la humedad está entre 65-70% y cuando la línea de leche esta 1/3-1/2 (Alltech, 2003).

A medida que el tiempo de corte es mayor, su calidad disminuye (Tabla 1), pero su concentración de materia seca aumenta así como la biomasa total producida, lo que indica que se debe buscar el momento óptimo de la cosecha, para lograr un equilibrio de estos dos factores, situación que dependerá en gran medida del enfoque nutricional que el ganadero le quiera dar al forraje.

Tabla 1. Composición nutricional y producción de forraje de maíz a diferentes edades del cultivo en fincas del piedemonte llanero.

Edad de Corte	Nutrientes (%)				Rendimiento (T/Ha)
	MS	PC	FDN	DIVMS	
30	12-14	15-18	50-64	80-81	0.84-0.98
45	13-15	10-16	53-56	68-71	3.77-4.35
60	27-31	7-8	50-55	70-77	10-11.47
75	23-36	6-10	57-72	52-62	9-14

CORPOICA, 2003.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

2.2.2.5. Proceso de fermentación

a) Respiración

El forraje verde cortado aún continúa respirando por la acción de las células vivas y las bacterias existentes. De esta respiración se obtiene anhídrido carbónico ($C0_2$), agua y calor a expensas de los carbohidratos presentes, del oxígeno de los espacios intersticiales y del que haya quedado atrapado dentro de la masa ensilada (Peñagaricano *et al.*, 1976).

b) Fermentación

Las condiciones anaerobias que se obtienen por efecto de la respiración permiten que aumente el número de bacterias productoras de ácido acético y ácido láctico, primero se da una producción de ácido acético por bacterias del grupo coliforme, éstas actúan para disminuir el pH lo suficiente y así impedir el crecimiento de aquellas bacterias que de otro modo podrían dar lugar a compuestos indeseables. Como las bacterias productoras de ácido acético no pueden tolerar un pH bajo, su número disminuye rápidamente y las bacterias ácido lácticas empiezan a proliferar. Los primeros días también incluyen el asentamiento del forraje en el silo y la relativa salida de jugos del ensilado aumenta, alcanzando su máximo alrededor del cuarto o quinto día (McCullough, 1976; Pérez, 1986). La facilidad con la que el forraje pueda ensilarse satisfactoriamente depende de su contenido en carbohidratos hidrosolubles, los cuales están presentes en concentraciones relativamente elevadas en el tallo de la planta y en la inflorescencia. Además, el contenido de carbohidratos hidrosolubles del forraje es considerado como un indicador útil de la calidad del material a ensilar. Una concentración de 25-30 g/kg

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

de forraje es deseable (Smith, 1973; Haigh, 1990). Las bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus acidophilus, L plantarum, L bulgaricus, L brevis, L. casei y Stretococcuslactis* (Peñagaricano *et al.*, 1976), actúan sobre los carbohidratos solubles del forraje (Zea *et al.*, 1990). Se requiere como mínimo un 12% de carbohidratos solubles en la MS del ensilado para que exista una buena fermentación (Pérez, 1986). Además hay una degradación de las proteínas a aminoácidos por acción de las enzimas liberadas por la propia hierba, la degradación puede llegar al 50% del total de la proteína presente en el forraje (Zea *et al.*, 1990).

Las bacterias lácticas dominan la flora y gradualmente incrementan el contenido de ácido láctico del ensilado, hasta que la acidez llega a ser lo suficientemente alta (4.5 o menos) para interrumpir una posterior acción bacteriana. (McCullough *et al.*, 1976). Otra actividad bacteriana está dada por las bacterias clostridiales y sacarolíticas que propician una fermentación butírica, dando la producción de ácido butírico, que da como resultado un ensilaje de mala calidad y con mal olor y palatabilidad. Simultáneamente las bacterias proteolíticas descomponen los aminoácidos en ácidos no volátiles, amoniaco y aminas. La determinación de amoniaco y de ácidos grasos volátiles, como el butírico en la masa del ensilado, se utiliza como indicador de la actividad clostridica (Pérez, 1986; Demarquilly, 1990). La temperatura tiene una gran influencia en el desarrollo de las distintas bacterias. Entre 5°C y 20°C, las únicas bacterias que pueden desarrollarse son las que causan la fermentación láctica. La fermentación se lleva a cabo en 21 días, la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

masa ensilada permanecerá sin cambios posteriores por un tiempo indefinido (McCullough, 1976; De Alba, 1983; Pérez, 1986).

c) Estabilización

En un ensilaje correctamente realizado, el contenido de ácido láctico en la masa ensilada puede variar de 1 a 9%. El pH del ensilado alcanza niveles por debajo de deteniéndose toda actividad en el ensilado (Peñagaricano *et al*., 1976). Cuando no se ha desarrollado un nivel de acidez que suprima la acción de las bacterias butíricas, éstas usarán como sustrato no sólo los carbohidratos, sino también ácido láctico. Estas bacterias junto con las proteolíticas atacan los aminoácidos y proteínas del ensilado, lo que resulta en la aparición de amoniaco y ácido grasos volátiles, como el ácido butírico y ácido propiónico. Este proceso tiene además, la desventaja de mantener o elevar el pH, lo que tiende a permitir que las fermentaciones continúen hasta que todos los productos energéticos utilizables desaparezcan (McCullough, 1976). Así mismo, cuando no se ha realizado un sellado en el que se evite al máximo la entrada de aire y agua, se pueden desarrollar mohos los cuales también contribuyen a la degradación de la materia ensilada (Zea *et al*., 1990). Una vez abierto el silo, la masa del ensilado se pone en contacto con el aire, así comienza una segunda respiración del forraje, además de que las bacterias butíricas pueden actuar utilizando no solo los nutrientes del forraje sino utilizando el ácido láctico como sustrato (Bolsen, 1990).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 2.Proceso de fermentación del ensilaje de maíz.

	Fase aeróbica	Fase anaeróbica				Fase estable
Etapa	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4-7	Día 8-21	Después de 21 días
	Respiración celular de la planta, produce CO_2, calor y agua.	Comienza la fermentación y producción de ácido acético. Proceso de calentamiento lento.	Comienza la producción de ácido láctico. La producción de ácido acético continúa.	Ácido láctico producido. La temperatura disminuye.	Ácido láctico producido. El pH baja y se estabiliza.	Se detiene la fermentación bacteriana. El ensilaje se conserva hasta su re exposición al oxigeno, al momento de abrirlo.
Temperatura	21	35		26-29		El ensilaje se enfría a temperatura ambiente.
pH	6	5	4			4

Bates, 2011.

2.2.2.6. Perdidas cuantitativas y cualitativas

Al hablar de pérdidas cuantitativas nos referimos a aquéllas que están relacionadas con la pérdida de MS que se producen durante el proceso de ensilaje, que va desde la cosecha hasta la apertura del silo. Cuando nos referimos a pérdidas cualitativas, éstas son las pérdidas nutricionales que pueden ocurrir durante la cosecha, la fermentación y después de ésta (Afdrich *et al.*, 1974).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

1. **En el campo y durante el almacenamiento.**

El empleo de métodos inadecuados de recolección y almacenamiento, pueden producir pérdidas de MS y deterioro de la calidad del forraje. Las pérdidas pueden ser del 2% en forrajes que tienen una humedad de 70 y 80%, sin embargo si se marchita el forraje en el campo, las pérdidas pueden aumentar a 5.8%. Los mohos pueden destruir entre el 10 y 20% del valor alimenticio del ensilaje mal almacenado (Aldrich *et al.*, 1974).

El exceso de humedad del forraje ensilado ocasiona la producción de jugos que normalmente se vierten a los ríos o se infiltran a los mantos freáticos, habiéndose convertido esto en una de las principales causas de contaminación ambiental por parte de la agricultura en los últimos años (Jones *et al.*, 1990).

El llenado rápido del silo, reduce las pérdidas de nutrientes y suele dar lugar a un ensilado de mejor calidad, debido a que el forraje estará menos expuesto al aire durante menos tiempo antes de cerrar el silo (Aldrich *et al.*, 1974).

2. **En la fermentación.**

Por jugos. Las pérdidas por jugos escurridos fuera del silo oscilan entre 2.4% con granos y 9% con melaza, en una mezcla de trébol y pastos. Para forrajes con humedad de 80% las pérdidas son de 7-10% y de 1% para forrajes con 30% de MS (Newman, 1991).

Por gases. Estas se producen aún en ensilajes bien realizados. A bajas temperaturas se logra disminuir en un alto porcentaje las pérdidas por gases, reportó un 10% para forrajes con humedad de 70 y 80% (Moore, 1980).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Por fermentación. Las mayores pérdidas se atribuyen a la fermentación y son de 13 a 16%; sin embargo las pérdidas de materia orgánica pueden llegar a ser de un 50% por calentamiento excesivo y de 15% si la temperatura se encuentra baja. Las temperaturas superiores a 35-38°C, se traducen en mayores pérdidas por fermentación y pueden dar lugar a un ensilado negro (De Alba, 1983).

Las pérdidas de principios nutritivos no deben ser mayores a 5-10 % para silos cilíndricos, profundos y bien construidos, mencionan que en condiciones ideales, los procedimientos de elaboración del ensilaje utilizan solamente entre el 3 y 5% del valor alimenticio, pero las pérdidas pueden alcanzar hasta 30-35% si las condiciones son desfavorables (Morrison *et al.*, 1987).

- Aunque el contenido de proteína cruda del ensilado es prácticamente igual que el del material fresco, si los procesos fermentativos no han sido los correctos, el contenido de proteína digestible puede ser mucho menor, lo que se produce cuando en el proceso fermentativo se alcanzan temperaturas muy elevadas, llegando el ensilaje a ser menos digestible, aunque el ganado lo encuentre palatable (Zea *et al.*, 1990). Cuando la fermentación es marcadamente butírica, se producen rupturas de las proteínas en sus componentes más simples, las cuales se utilizan menos eficientemente y si aparecen cantidades importantes de éstas, las pérdidas por una baja digestibilidad pueden llegar a ser considerables. Aplicando técnicas de ensilado correctas, prácticamente no se producen pérdidas en la digestibilidad, sin embargo, sí pueden producirse si se ensila con mucha humedad. Los forrajes de maíz o sorgo, pueden perder del 15 al 20% de los principios nutritivos totales (Zea *et al.*, 1990).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

2.2.3. Calidad nutricional de ensilajes.

La calidad viene a ser una medida de la eficiencia del proceso de ensilaje, de la cuantía de las pérdidas y principios nutritivos y de la aceptación relativa de los animales. La obtención de ensilajes de alto valor nutritivo se condiciona por una compleja interacción de factores. El resultado final del proceso conservativo se puede evaluar a través de análisis químicos, los cuales entregan información de los distintos parámetros composicionales y de calidad fermentativa involucrados (Elizalde, 1989).

2.2.4. Factores que hacen a la calidad del silaje de maíz.

La calidad del silaje de maíz va a estar determinada por varios factores como:

2.2.4.1. El tamaño de picado:

Va a estar definido a su vez por el eficiente uso de la maquinaria, su correcto afilado y regulado, afectará también la facilidad de compactación, aprovechamiento de la energía aportada por el grano, la movilidad ruminal y el correcto aprovechamiento del forraje en los comederos. El tamaño aconsejado por el INTA Rafaela debe estar entre un 5% y 10% de partículas mayores a 2 cm, entre el 40% y 50% de partículas entre 0.8 cm y 2 cm, y el resto en partículas menores a 0.8 cm. La importancia de este aspecto se explica en un correcto funcionamiento ruminal del animal al ingerir este alimento. Esta consideración es de suma importancia en los sistemas productivos donde los rumiantes están totalmente confinados. En el caso particular de cultivos demasiado secos, se tiende a disminuir el tamaño de picado para favorecer la compactación (Piñero, 2010). El porcentaje de partículas mayores al rango normal (2 cm), se justifica por la necesidad de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

contar con fibra efectiva en la ración. Esta fibra en el rumen cumple la función de estimular la rumia, con lo que obliga al animal a tragar saliva y con ello bicarbonato que ayuda a estabilizar el pH ruminal. Otra de las funciones de las fibras es la de raspar (scratch), las paredes internas del rumen limpiándolas y mejorando la capacidad de absorción de nutrientes a través de ella. La explicación de porqué no se busca un tamaño menor de partículas se debe a que en los tamaños que tienen menos de 8 mm, la tasa de pasaje a nivel ruminal es muy alta lo cual es indeseable para su óptimo aprovechamiento (Cattani *et al.*, 2010).

2.2.4.2. Altura de corte:

El grano es el componente de la planta de maíz de máxima digestibilidad, en cambio la fracción vegetativa es de menor calidad y la misma varia con el estado de madurez, el híbrido y con la relación hoja/tallo. Debido a esto, en la mayoría de las situaciones de producción, el valor nutritivo del ensilaje de maíz aumenta cuando se incrementa la proporción de grano en la planta. Elevar la altura de corte cuando se ensila es una práctica que posibilita ese objetivo. Los tallos, que representan el 30-40% del peso de la fracción fibrosa, son los componentes de la planta de menor calidad y su digestibilidad disminuye hacia la base del mismo. Por lo tanto, al elevar la altura de corte del cultivo no sólo se aumenta la relación grano/planta, sino que también se excluye del material a ensilar la parte inferior del tallo y las hojas más viejas. Esta práctica, si bien produce un ensilaje con mayor digestibilidad y almidón, tiene la desventaja que reduce la cantidad de materia seca que se ensila por unidad de superficie. Este hecho se basa en que la digestibilidad

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

del tallo es de aproximadamente 50% y de la espiga es de más del 80% (Aello, 2008).

2.2.4.3. El momento de corte:

Debido al avance del estado fenológico de la planta las proporciones de hidratos de carbono, materia seca, proteína, etc, varían considerablemente. El momento de corte es el factor que más influye sobre el volumen cosechado y la calidad del material a ensilar. Adelantar demasiado el corte, cuando la humedad de la planta está alrededor del 75% (grano lechoso) afecta el volumen cosechado. Si se lo compara con un corte al estado óptimo (65% de humedad) la pérdida de producción ronda entre los 4000 y 5000 kg de materia seca por hectárea (efecto considerable sobre el costo y sobre la cantidad almacenada). También este alto contenido de humedad puede afectar la conservación (malas fermentaciones de tipo butíricas), producir pérdida de nutrientes por la excesiva lixiviación, aumentar los costos de picado y del embolsado (se transporta más agua y se usan metros de bolsa para almacenarla).

De todas maneras, si se logra una buena conservación, la calidad del ensilaje puede ser buena (especialmente si la planta está en buenas condiciones), pero con poco grano. Cuando se corta al estado óptimo (30 - 35% de materia seca o 65 - 70% de humedad) se logra cosechar el mayor volumen de forraje con la mejor calidad por la excelente relación espiga-planta. Cortes más tardios, menores al 60% de materia seca, no producen más volumen y afectan la calidad por el aumento en el contenido de celulosa y de lignina (FDA) de muy baja digestibilidad en los tallos y las hojas (esto no mejora aún con buen contenido de granos). En estas condiciones se hace

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

más difícil el picado y la compactación para extraer el aire, lo que complica la conservación. También afecta la utilización del grano por parte del animal porque está muy duro, en la mayoría de los casos sin procesar y aparece luego entero en la bosta. Cuando el grano de maíz va madurando en la espiga, se ve que el endosperma que se observaba líquido, lechoso, se va desplazando hacia el marlo y va siendo reemplazado por endosperma duro, la parte cornea. Para reconocer esto, se debe recorrer el lote, sacar espigas, cortarlas por la mitad y observar el estado del grano examinando la parte cornea (superior) y la parte lechosa (inferior en contacto con el marlo). Cuando la línea de leche ocupa de la mitad a un 1/3 del grano es el momento adecuado para picar. El criterio de la "línea de leche" para elegir el momento óptimo de corte para ensilaje debería ser utilizado solo si el cultivo se desarrolló en condiciones climáticas normales y el rendimiento en grano es elevado. Si, por el contrario, la planta ha sufrido estrés y se tienen pocas expectativas en cuanto a su rendimiento, el momento de corte estará determinado por la calidad de la planta entera (Romero, 2005).

2.2.4.4. La cantidad de grano:

Debido a que es el componente con mayor porcentaje de digestibilidad y aporte de energía. El contenido de grano y la calidad del resto de la planta (tallo-hoja) están estrechamente relacionados. El grano es el componente de mayor calidad, por su concentración energética y comprende en situaciones normales entre 40 y 50% de la MS total. Si por diversas situaciones climáticas o de manejo se reduce la cantidad de granos, la calidad del tallo resulta proporcionalmente más importante para el valor nutritivo. Cuando el rendimiento en grano es elevado hay una

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

importante removilización de azúcares del tallo hacia la espiga durante el llenado del grano, esta situación incrementa el contenido relativo de pared celular y por lo tanto la calidad del tallo podría disminuir sensiblemente. En síntesis la variación en el número de granos altera la relación fuente/destino durante el llenado, por lo tanto se obtendrán diferentes relaciones carbohidratos solubles almidón (Van Olphen *et al.*, 2000).

2.2.4.5. La digestibilidad de la fracción vegetativa:

Como se dijo anteriormente, el silaje de maíz produce materia seca de alta calidad. Aproximadamente la mitad de la materia seca que se cosecha proviene de la mazorca y otro 50% del resto de la planta (vaina, tallo, área foliar). Por lo tanto no se debe tratar solamente de aumentar el contenido de los granos descuidando la calidad del resto de la planta ya que la digestibilidad final del silaje estará asociada tanto a la cantidad de mazorcas y grano como a la calidad de la planta, especialmente del tallo.

La digestibilidad *in vitro* de materia seca o DIVMS es una metodología química que se realiza en el laboratorio e involucra la incubación de muestras de forrajes con licor ruminal. Los componentes básicos de ésta técnica "*in vitro*" son: el sustrato (forraje), la saliva artificial o solución buffer de nutrientes y el inóculo ruminal. La técnica empleada, Tilley y Terry, propone una incubación con licor ruminal durante 48 horas para digerir la fibra y una segunda etapa de digestión ácida intentando reproducir la degradación de las proteínas del alimento y bacterianas por las enzimas digestivas del abomaso de los rumiantes (Gaggiotti *et*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

al.,1996). La producción de forraje por unidad de superficie tiene importancia no solo desde el punto de vista económico sino también nutricional.

La calidad del forraje que puede ofrecernos un maíz para silaje, varía en función del híbrido, del estado de madurez a la cosecha, fertilización, control de plagas y enfermedades, del año y sitio de siembra. El efecto del ambiente es muy importante (la variabilidad debido a este factor es igual o mayor que la debida al híbrido), y para un sitio dado la calidad intrínseca del híbrido y las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo, condicionan la calidad del forraje. La fuerte relación hallada entre la fibra indigestible y la digestibilidad de la materia orgánica medida en rumiantes, plantea la importancia que adquiere también el resto de la planta en la determinación de la calidad del forraje y particularmente el tallo, que es el segundo componente morfológico en importancia. La digestibilidad del resto de la planta excluyendo la mazorca es variable en función del contenido de pared celular, de la cantidad y calidad de la FDA (principal factor de anticalidad en las plantas) y de su distribución en la pared secundaria de las células vegetales. El tallo y la espiga son los componentes morfológicos de mayor contribución a la producción de biomasa en maíz. Existe una relación inversa entre contenido de mazorca y de tallo más hoja, de modo que los materiales con mayor porcentaje de mazorca tienen menor proporción de tallo y viceversa. Las condiciones ambientales antes de la floración, y en particular la temperatura, afectan el contenido y la digestibilidad de la pared celular. De modo, que altas temperaturas desde el estado de 7 a 8 hojas hasta el llenado del grano incrementan la deposición de pared celular y su indigestibilidad. Luego de la floración, la digestibilidad de la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

planta puede incrementarse, decrecer o permanecer constante. Cuando la temperatura es moderada y la humedad no es limitante se produce un rápido llenado de los granos que mejora la relación entre carbohidratos y pared celular, y por ende se produce un incremento en la digestibilidad. Por el contrario, frente a deficiencias hídricas o temperaturas bajas, el llenado de los granos es más lento y se realiza, en gran medida, a partir de carbohidratos sintetizados antes de la floración y acumulados en el tallo, afectando estas condiciones a la digestibilidad. La capacidad que tienen algunos híbridos de mantener vivo gran parte de su tejido foliar (Stay green) durante el llenado de los granos, así como la sanidad foliar, son dos aspectos que contribuyen a mejorar la calidad del forraje. En situaciones ambientales extremas, que comprometen el tejido foliar, la digestibilidad se reduce (Carrete, 2002).

2.2.4.6. El proceso de ensilaje:

Una vez que el contenido de humedad y la madurez han sido determinados para definir el momento de cosecha, los principales pasos a tener en cuenta son:

a) Cosechar el cultivo tan rápido como sea posible, b) almacenar y compactar el silaje de maíz tratando de excluir la mayor cantidad posible de oxígeno. Estos pasos asegurarán una rápida y eficiente fermentación, con pérdidas mínimas durante el ensilado, almacenamiento y suministro. Las decisiones de manejo tomadas durante cosecha y almacenamiento son claves para producir silajes de maíz de la mayor calidad. La calidad del silaje nunca es igual al del material original, las curvas de degradabilidad de una planta de maíz antes de ensilar y luego de ensilada son similares, pero difieren en la cantidad de fracción soluble, la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

proteínas. Esto hace que la degradabilidad del silaje sea al menos un 10 a 15% menor que el de la planta antes de ser ensilada, dependiendo del contenido de materia seca del cultivo al momento de ensilar. Una regla general es que a menor contenido de MS aumentan las pérdidas, por eso se recomienda cosechar a un contenido de MS entre 30 a 35% (Romero *et al.*, 2004).

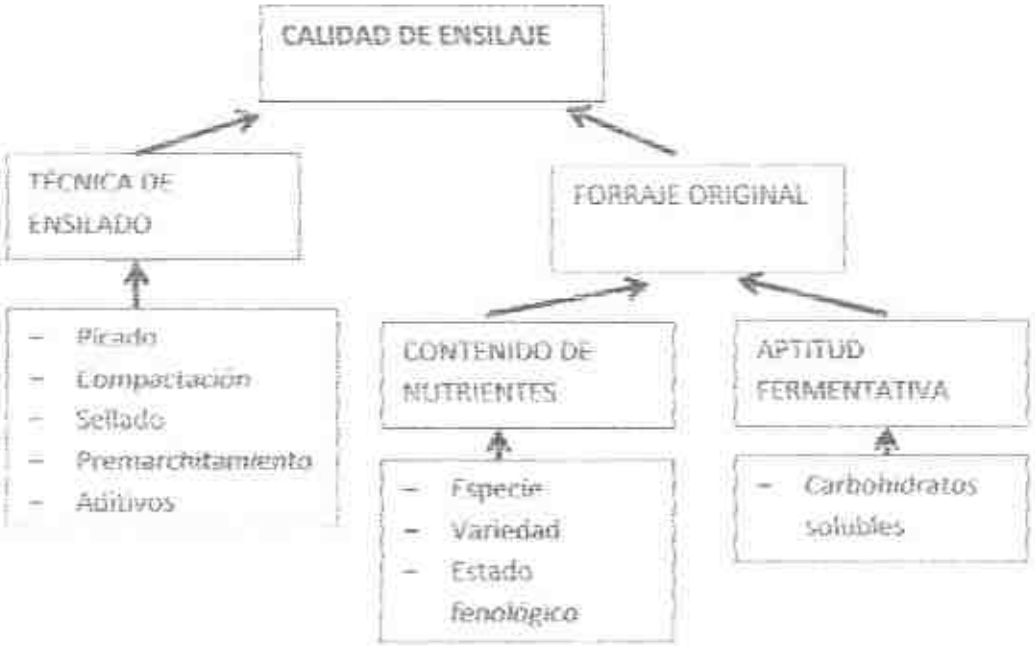

Figura 1. Factores que determinan la calidad de un ensilaje (Balocchi y López, 1991).

2.2.5. Estimación de la calidad nutricional

La evaluación sistemática de la calidad de recursos forrajeros tuvo su auge en el mundo a partir de la década del 60 con el desarrollo de la técnica de Tilley y Terry para medir la digestibilidad in vitro de la materia seca. Posteriormente la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

evaluación se enriqueció en la década siguiente con la técnica de Van Soest para cuantificar la FDN, FDA y lignina. Desde entonces estos parámetros, conjuntamente con la determinación de PC, constituyeron el pilar de la evaluación de recursos forrajeros en el mundo y en el país. Sin embargo existen otros criterios para evaluar la calidad de los forrajes y cada laboratorio usa el que considera más conveniente. La calidad nutricional del ensilaje, de cualquier especie, nunca sobrepasará la del forraje fresco (excepto cuando se utilizan aditivos que aumentan la concentración de nutrientes totales en el silo), esto es debido a que inevitablemente, el proceso de ensilado lleva implícitas unas perdidas fermentativas que reducen la MS total que inicialmente fue ensilada (sin tener en cuenta perdidas por procesos fermentativos indeseables), adicionalmente, si dentro del silo se generaron fermentaciones butíricas indeseables, existirá un rechazo generalizado del alimento por los animales aumentando así las pérdidas totales del alimento (Thomas *et al.*, 1980).

El principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo no existe un método de referencia para determinar dicho parámetro, ni una norma que especifique que parámetros se tienen que evaluar para determinar la calidad de un forraje. También algunos laboratorios no determinan la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la estiman con una fórmula a partir de la fibra detergente ácida (FDA):

$$\%DIVMS = 88.9 - (\%FDA \times 0.779)$$

Independientemente de la metodología utilizada para evaluar la calidad, se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos de 50% FDN y más de 15% de PC. Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PC baja a menos del 8%. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (EM) del alimento (Di Marco, 2011).

Los datos que se presentan sobre el valor nutricional del ensilado de maíz pueden variar de acuerdo a la etapa de cosecha del forraje (Tabla 3).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 3. Composición nutricional del ensilado de maíz

	Con pocas mazorcas	Con mazorcas maduras
MS (%)	29	33
% TND	62	70
ED (Mcal/kg)	2.73	3.06
EM (Mcal/kg)	2.31	2.67
ENL (Mcal/lb)	0.64	0.73
% PC	8.4	8.1
% EE	3	3.1
% Cenizas	7.2	4.5
% FC	32.3	23.7
% FDN	53	51
% FDA	30	28
% Celulosa	23	24
% Lignina	5	4
%Ca	0.34	0.23
%Mg	0.23	0.19
%P	0.19	0.22
%K	1.14	0.96
%Na	—	1.01
%S	0.08	0.15

NRC, 1988

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

La importancia de conocer el significado de los siguientes términos, radica en la posibilidad de interpretar los análisis de calidad de los silos (Ramírez *et al.*, 1999).

2.2.5.1. Nutrientes y fracciones analíticas.

- **Materia seca (MS)**

En relación al contenido o porcentaje de la MS esta variable no sólo es fundamental en lograr almacenar la mayor cantidad de una MS en buena calidad y mejorar el consumo de silaje/animal/día; sino que valores altos y bajos en el porcentaje de MS pueden crear graves problemas en el estado final del "silaje" producido (González, 1988; González, 1992; Harris, 1984; Moreno, 1977; Pezo, 1981).

Los mejores resultados se obtienen con forrajes verdes que contienen entre el 30-40% de MS. Podemos decir que la condición ideal está en ensilar forrajes entre un 63-70% de humedad. Lo cual genera pérdidas entre 5-15% de materia seca. Forrajes muy secos son los que contienen entre 50-60% de humedad, con pérdidas entre el 20-30% de MS por exceso de moldeado y putrefacto, reduciendo la digestibilidad de la fracción de celulosa y creando dificultad en el llenado del silo (González, 1992; Harris, 1984). Forrajes bastante húmedos son los referidos a contenidos entre 80-85% de humedad con pérdidas entre 20-40% de MS y fuerte olor cuando este forraje es expuesto al aire, se desarrolla la actividad microbiana por hongos, levaduras y bacterias, generando altas pérdidas gaseosas de la MS, y en largos periodos de tiempo el silaje se transforma de menor calidad, menos aceptable y hasta tóxico para consumo animal (González, 1992; Harris, 1984). Esto puede minimizarse manteniendo las condiciones anaeróbicas; sin embargo la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

acción de la fermentación por clostridium se mantiene, creando descomposición de los azúcares en ácido butírico con una pérdida sobre el 20% de la energía inicialmente presente en los carbohidratos fermentados, además de la degradación de la proteína presente en el forraje.

El contenido de materia seca del ensilaje influencia fuertemente el tipo de fermentación que tiene lugar en el silo. Perdidas de materia seca en efluentes ocurre cuando el contenido de materia seca del ensilaje es menor al 25%. Perdidas en materia seca disminuyen de 7.2 a 1.6 y 0.4% del ensilaje de gramíneas ensilado a 15, 20 y 25% de materia seca respectivamente (Harrison y Fransen, 1991).

Para materiales a ensilarse lo recomendado indica que entre 25 y 35% MS se reduce el nivel de efluentes (Ashbell y Weinberg, 1999), las pérdidas de carbohidratos por esta vía (Vallejo, 1995) y las pérdidas por respiración (McDonald, 1981). Para incrementar el contenido de MS de un follaje, se recomienda el marchitamiento o desecación del forraje al sol antes de ser ensilado (Chaverra y Bernal, 2000).

- **Proteína cruda (PC)**

La PC es una mezcla entre la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico. Menos del 30% del total de la proteína en silaje de maíz está disponible para ser absorbida como proteína verdadera y una gran cantidad es degradada durante la fermentación en el silo y en el rumen en nitrógeno no proteico. Sin embargo, mucho del amonio producido en el proceso de la fermentación está también disponible para los animales. Parte de la PC es totalmente inaprovechable por los animales. Esta

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

fracción corresponde a la dañada por calentamiento. Aunque en condiciones normales debería ser una cantidad muy pequeña, en silajes que sufrieron excesivo calentamiento puede significar una porción importante, por lo que se la debe considerar cuando se balancean dietas con silajes mal compactados (Ramírez *et al.*, 1999). Los niveles de PC varían desde el 6 al 10%, dependiendo de las condiciones ambientales, fertilización, híbrido y grado de madurez (Ramírez *et al.*, 1999). Si los valores son superiores al rango 8-10% y no hubo adición de urea, puede significar un corte demasiado temprano con pérdida de potencial de producción y bajo contenido en almidón (Delgado, 2005).

De acuerdo a la composición química del maíz forrajero, el contenido de proteína es de 8%, porcentaje que es más bajo que el de otros cultivos forrajeros, por ejemplo, los cereales cosechados en etapa floración que pueden llegar a 16% (Flores y Sánchez, 2010).

- **Cenizas (CEN)**

Supone la cantidad de tierra que tiene un ensilado. Junto con esta tierra se recogen esporas butíricas que impiden que disminuya el pH por lo que empeora la conservación. Niveles de cenizas inferiores al 10% se consideran buenos y cuanto menos mejor (Rivas, 1985). La ceniza es el residuo remanente luego que toda la materia orgánica presente en una muestra es completamente incinerada, por lo tanto la materia orgánica (%) es igual a el 100% - cenizas%. Consiste de toda la materia inorgánica (o minerales) del alimento, así como los contaminantes inorgánicos, tales como la tierra y la arena (Gallardo y Gaggiotti, 2004).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- **Fibra detergente neutro (FDN)**

Es una medida del total de fibra contenida en el forraje. Está compuesta por la celulosa, hemicelulosa y lignina. Forrajes con altos contenidos de fibra llenan más rápido el rumen, afectando la capacidad de consumo y necesitando mayor cantidad de ración como suplemento. La FDN del silaje de maíz oscila entre el 36 y el 50%, debiendo procurarse lograr concentraciones bajas de este componente para obtener calidad. Los silajes de maíz con valores bajos de FDN son los ideales ya que contienen altos niveles de energía. Dietas con elevados contenidos de fibras limitan el consumo debido al efecto de llenado que producen en el rumen. La fibra es fermentada y pasada a través del rumen en forma mucho más lenta que los componentes no fibrosos de la ración como los azúcares y almidón. La fibra de menor digestibilidad es retenida más tiempo que aquella de mayor calidad. Sin embargo, las propiedades de llenado del forraje están relacionadas con la FDN y la digestibilidad de esa FDN. Bajos niveles de FDN es deseable para los silajes de maíz, ya que maximizan el consumo de materia seca. El contenido de FDN del silaje de maiz varia con los diferentes híbridos y el clima y desciende con las fertilizaciones nitrogenadas y con el adelanto del momento del picado. Picar en el momento óptimo es el principal factor determinante del consumo de silaje de maiz para vacas lecheras de alta producción en el inicio de la lactancia (Ramírez *et al.*, 1999).

Para asegurar la correcta rumia y salivación, los nutricionistas balancean las raciones de vacas de alta producción con un contenido óptimo de fibra para maximizar el consumo de energía. Si la ración contiene demasiada fibra, el

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

consumo puede ser limitado y se perderá estado corporal. Si por el contrario, la dieta contiene niveles muy bajos de fibra, existirá un exceso de fermentos ácidos e inadecuada capacidad buffer, por lo que la acidosis ruminal también limitará el consumo y se perderá estado corporal. Silajes con bajos niveles de FDN pueden ser incluidos en la ración en altas cantidades, no así los silajes con altas concentraciones de FDN (Ramírez *et al*., 1999).

- **Fibra detergente acido (FDA)**

Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de productos Maillard; sílice; cutina, etc. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje (Gallardo y Gaggiotti, 2004). El rango óptimo es de 20-40% y el promedio es 28% (Schoereder, 2004; NRC, 2001).

Altos niveles de FDA pueden ser causados por falta de grano en el ensilaje, debido a estrés, inmadurez o diferencia de híbridos. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá (Roth y Heinrichs, 2001)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 4. Variación del contenido de nutrientes del ensilaje de maíz y causas exteriores que provocan rangos fuera de lo normal

Nutriente (% MS)	Valor promedio	Rango	Causa posible para estar fuera del rango
MS	30.5	30-40	Cosecha muy temprana o muy tarde podrían afectar este resultado.
PC	8	6-17	Una baja fertilización, perdida de N por una fuerte lluvia o por una competencia de malas hierbas.
FDA	28	20-40	Altos niveles de FDA o FDN pueden ser causados por falta de grano en el ensilaje, debido a estrés, inmadurez o diferencia de híbridos.
FDN	48	30-58	
NDT	67	55-75	
ENL	1.49	1.27-1.62	Suelos con bajo pH por contaminación de malas hierbas.
Ca	0.26	0.10-0.40	
P	0.3	0.10-0.40	

Schoereder, 2004; NRC, 2001.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

2.2.5.2. Parámetros fermentativos

Los parámetros asociados con la calidad del proceso de fermentación son pH y nitrógeno amoniacal (Wilkinson, 1984; Wilkinson, 1987; Dumont, 1994).

- **pH.**

Es un indicador de la extensión de la fermentación. Cuanto más bajo sea su valor, mayor será la acidez presente en el ensilaje. Puede indicar calidad de preservación, pero no tan fidedignamente como el nitrógeno amoniacal. El valor de pH final normalmente será más alto cuando se incrementa el contenido de materia seca, reflejando el hecho de que en forrajes con menor nivel acuoso la actividad bacterial está más limitada, debido a la carencia de agua disponible para sus funciones vitales. La excepción ocurre en ensilajes que han sufrido fermentación secundaria, la cual genera un incremento gradual del valor de pH durante la permanencia del forraje dentro del silo (Wilkinson, 1987; Pichard y Cussen, 1994). El pH es dependiente del contenido de materia seca del forraje ensilado. A menor cantidad de MS más bajo tendrá que ser el pH para estabilizar el forraje, para conservarlo bien (Dumont, 1994). El rango considerado normal esta entre 3.61 y 4.47 para que el ensilaje sea clasificado como de buena calidad (Karlen, 1985).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

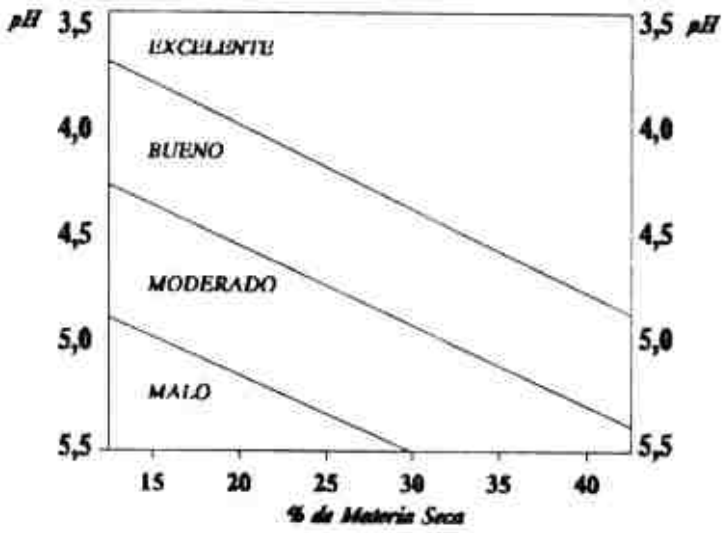

Figura 2. Calidad de fermentación en relación con el contenido de materia seca y pH de ensilajes (Dumont, 1994).

Tabla 5.Calificación de ensilados respecto a la relación pH/ MS

Calificación	Valor del pH con MS de		
	<20%	20-30%	>30%
Muy bueno	<3,7	<4,1	<4,5
Bueno	3,7-4,1	4,1-4,5	4,5-5
Aceptable	4,2-4,6	4,6-5,0	5,1-5,5
Regular	4,7-5,1	5,1-5,5	5,6-6,0
Malo	5,2-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
Muy malo	>5,5	>6	>6,5

CORPORAC, 2002.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Es claro que el pH que permite una estabilización de la masa ensilada depende de su contenido en MS, de forma que a menor MS es necesario un menor pH para conseguir esa estabilización. El pH necesario o que encuentran los distintos autores es distinto. En síntesis se puede decir que existe una ecuación que relaciona pH y MS que sería pH= (2,7+0,06) x MS% (CORPORAC, 2002).

- **Nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$)**

El nitrógeno amoniacal es uno de los indicadores principales de la calidad de fermentación, el cual se expresa como porcentaje del nitrógeno total. Debe ser medido en ensilajes que han estado cerrados como mínimo tres meses. El nitrógeno amoniacal de una muestra indica la cantidad de proteína del forraje a ensilar que se ha transformado o degradado en amoniaco (Tabla 6). Este dato está en relación estrecha con el pH y la MS. Si el $N\text{-}NH_3$ supera el 10% el forraje habrá tenido pérdidas importantes en el proceso de ensilado. En el caso de datos superiores al 15%, la ingestión de este forraje puede dar lugar a patologías en el ganado, sobre todo si es el único forraje que consumen. Por supuesto la producción de leche también estaría limitada.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 6. Contenido de nitrógeno amoniacal en ensilajes y su relación con la calidad de fermentación y consumo animal.

$N\text{-}NH_3$ (% de NT)	Calidad de fermentación	Consumo relativo (%)
0-5	Excelente	100
5-10	Buena	98
10-15	Moderada	95
>15	Deficiente	90

Wilkinson, 1987.

2.2.5.3. Digestibilidad y consumo estimado

Para una completa evaluación del valor nutritivo de los alimentos, además de su composición química, los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal deben ser considerados. Los ensayos de digestibilidad permiten examinar la proporción de nutrientes absorbibles presentes en una ración. La digestibilidad y el consumo son dos de los principales parámetros que definen la calidad de un alimento. La digestión incompleta representa la mayor pérdida en el proceso de utilización de la energía consumida (Manríquez *et al.*, 1994).

- **Digestibilidad estimada o materia seca digestible (DDM)**

La digestibilidad de un alimento se puede definir como la proporción del mismo que no es excretada con las heces y que se supone ha sido absorbida. A medida que aumenta el estado de madurez del forraje, disminuye la digestibilidad, como

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

consecuencia de cambios químicos en los componentes de la materia seca. La digestibilidad es la cuantificación del proceso digestivo, es decir, la facilidad con que es convertido un alimento en el aparato digestivo en sustancias útiles para el organismo y es uno de los parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a la alimentación. Porque no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y por consecuencia aprovechado por el organismo que lo ingiere (Manríquez *et al.*, 1994). Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994).

Llamado también materia seca digestible (DDM) estimada que es el porcentaje de forraje digestible. Algunos laboratorios no determinan la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la estiman con una fórmula a partir de la fibra detergente ácida (FDA) (Grant, 1997):

DDM (%) = 88.9 – (FDA% x 0.779).

Donde 88.9 es un factor relacionado a la tasa de degradación y FDA es considerada por estar estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá.

La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva de los componentes de la dieta, y es afectada por cantidades importantes de materiales de origen no dietético presente en las heces (Merchen, 1993). Éstas últimas,

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

constituyen una importante vía de excreción de compuestos nitrogenados, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno (Church y Pond, 1994), encontrándose reportes que indican que no hay secreción de carbohidratos a nivel intestinal (Bondi, 1989).

- **Consumo estimado o materia seca consumida (DMI)**

Las plantas están formadas por células y las células están constituidas por una pared celular (fibra o FDN) y por el contenido celular. El contenido celular se digiere casi en su totalidad (97%) en cambio la pared celular, que es la fibra, sufre una digestión más lenta y parcial dependiendo de la maduración, y el grado de lignificación. La FDN es la fracción del forraje que se corresponde a las paredes celulares y está asociada negativamente con la ingestión de materia seca (Tabla 7).

Tabla 7.Variacion del consumo del ensilaje de maiz según el porcentaje de FDN.

Calidad del forraje	% de FDN	Consumo de MS(% de PV)
Excelente	38-42	3.16-2.86
Regular	44-48	2.73-2.50
Pobre	50-54	2.40-2.22

CORFO, 2011.

El porcentaje de FDN se incrementa con el estado de madurez de los forrajes. El total de la fibra de un forraje está contenido en la FDN o "paredes celulares." Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. La celulosa y hemicelulosa de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

los forrajes son totalmente digeridas por los microorganismos del rumen, mientras que la lignina es casi indigestible, y además inhibe la digestión de otros constituyentes orgánicos. La FDN suministra la mejor estimación del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionada con el consumo de alimento. Al aumentar los valores del FDN, el consumo total de alimento disminuye. Por lo general se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de FDN cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal. Las gramíneas contienen más FDN que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez (Grant, 1997).

Un importante factor que se debe tener en cuenta, es la cantidad de alimento que los animales domésticos pueden consumir en un periodo de tiempo determinado, para el mantenimiento y los diferentes procesos productivos. Actualmente se ha desarrollado la medición de consumo *ad libitum* como factor de calidad de alimento, sin embargo, este es complicado de medir por la variedad de los animales, la palatabilidad del forraje y selección del mismo. El producto de consumo relativo y digestibilidad fueron sugeridos como medidas de productividad en función del alimento. La cantidad de materia seca de forraje consumida es el factor más importante que regula la producción de rumiantes a partir de forrajes. El valor de un forraje en la producción animal depende más de la cantidad consumida que de su composición química (Allison, 1985). El consumo estimado es llamado también materia seca consumida (DMI), estima el máximo forraje expresado en materia seca que el animal puede consumir, se expresa en porcentaje de peso corporal y se calcula a partir de la FDN con la

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

siguiente ecuación (Grant, 1995). Donde 0.120 es considerado por que se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de FDN cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal:

DMI (% en peso corporal)=120/FDN%.

2.2.5.4. Evaluación Organoléptica

Esta es una evaluación basada en la apreciación subjetiva de la calidad de un ensilaje a través de los sentidos (Urdaneta, 2011). Para la determinación de la calidad de cualquier alimento al remitir la muestra de ensilado a un laboratorio, en el momento de la extracción se debe determinar las características organolépticas (olor, color, etc.), presencia de hongos, contenido de granos, proporción de granos partidos, etc. lo cual ayudará a la interpretación de los resultados del laboratorio (Romero *et al.*, 2004)

Silaje de buena fermentación (bueno)

- Debe estar bien compactado y con buena hermeticidad
- Debe tener una textura firme, (el material ensilado forma una masa compacta.
- El color debe ser castaño claro, verdoso).
- El olor debe ser agradable, con aroma dulzón (similar a pickles).
- Libre de la presencia de mohos y hongos.
- Valor nutritivo de buena calidad (que en el caso del maíz será en función del momento de corte y del contenido de granos.

Silaje que sufrió algún calentamiento (regular a malo)

- Mala compactación, exceso de aire desde el principio de la confección.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Textura débil, (los trozos se desprenden con facilidad de la masa de forraje).
- Color marrón intenso.
- Olor agradable, atabacado o a caramelo.
- Valor nutritivo bajo a causa de un excesivo consumo de azúcar y del acomplejamiento de las proteínas con la fibra ácida.

Silaje butírico (malo)

- Exceso de humedad del forraje ensilado, escasez de azúcares solubles. Relación azúcares/proteínas muy baja.
- Textura blanda, (los trozos se separan fácilmente y están muy húmedos al tacto).
- Color amarronado, verde opaco, verde azulado.
- Olor muy desagradable, rancio.
- Escasa palatabilidad, valor nutritivo bajo por pérdidas de azúcares y desdoblamiento de las proteínas.

Silaje mohoso (Malo)

- Carencia de condiciones de hermeticidad del silo.
- Textura muy floja.
- Color oscuro con manchas blancas.
- Olor rancio.
- Valor nutritivo malo.
- Peligroso por poder contener sustancias tóxicas (Romero *et al.*, 2004).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 8. Escala para la valoración organoléptica de los ensilajes.

Color	Verde oliva levemente amarillento	Condiciones adecuadas
	Verde azulaceo-secciones oscuras	Material ensilado inmaduro muy húmedo
	Marrón tabaco-secciones quemadas	Material sobre-maduro-ingreso de aire. Lento llenado de silo
	Secciones blancas	Presencia de hongos ingreso de aire
Olor	Agradable, aromático dulzón	Condiciones adecuadas
	Fuertemente avinagrado	Fermentación acética-material húmedo
	Rancio-putrefacto	Fermentación butírica-material contaminado con tierra
	A tabaco	Material sobre-maduro-reacción de Maillard
Estado de madurez	Hojas verdes, alta humedad al tacto, granos lechosos, efluentes	Cultivo inmaduro sin oreo previo
	Hojas verdes, tallos flexibles, granos pastoso y procesado	Estado óptimo de madurez
	Hojas amarillas, tallos duros, granos maduros y enteros, material seco.	Cultivo sobre-maduro-estrés por falta de agua
Textura	Firme	Adecuado procesamiento
	Blanda y viscosa	Exceso de humedad
	Floja y mullida	Maduro-picado grueso-poca compactación

Gallardo, 2003.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 9. Diferencias organolépticas según el tipo de silaje.

Tipo de ensilaje	Color	Olor	Textura	Sabor
Bien fermentado	Castaño claro o verdoso	Agradable-avinagrado	No se desase con facilidad, masa compacta firme	Amargo picante
Sobre-calentamiento o acaramelado	Marrón intenso no hay tonalidades verdosas	Atabacado agradable	Trozos se desprenden con facilidad del silaje	Dulce
Butírico (fermentación clostridial)	Amarronado-verde opaco	Manteca rancia desagradable	Blanda, trozos que se desprenden con facilidad del silaje	Desagradable
Pútrido (fermentación clostridial)	Verde oscuro a negro	Desagradable a amoniaco	Blanda mucilaginosa	Muy desagradable
Alcoholizado (fermentación dominada por levaduras)	Amarronado-verde opaco	Alcohol	Trozos que se desprenden con facilidad del silaje	Alcoholizada
Mohoso	Oscuro con manchas	Rancio	Muy floja	Muy desagradable

Miller, 1997

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.Tipo de investigación

Se utilizó una metodología transversal debido a que se recolectaron los datos en un momento determinado, cuando el ensilaje ya estaba elaborado, sin interesarnos en el proceso. Es descriptiva debido a que se observaron y refirieron situaciones ya existentes tal cual como se presenta en un espacio y tiempo dado y aplicada por que incrementa indirectamente los conocimiento y su posible utilización práctica inmediata.

3.2.Lugar de investigación

El estudio se realizó en el ámbito del distrito de Abancay, provincia de Abancay departamento de Apurímac. La cuenca lechera de Abancay comprende las zonas rurales o sectores en torno de la ciudad de Abancay, donde se cría ganado vacuno tales como Sahuanay, Soccoshuayco, Kerapata, Ccorhuani, San Antonio, Quisapata, Carhuacahua, etc. Abancay se encuentra ubicado en los andes centrales en las coordenadas 13° 38' 33" latitud sur y 72° 52"54" longitud oeste. Está a una altitud de 2378 m tiene una superficie de 313Km^2 , equivalente a 31,300 ha (INEI, 2000).

Abancay está asentada en una superficie ligeramente inclinada, posee un clima templado durante el año (22°C promedio); en la actualidad tiene una población de 65,000 habitantes, posee un relieve diverso con altas punas y quebradas profundas, en la que se desarrollan actividades socioeconómicas y socioculturales diversas y de importancia (INEI, 2000)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

3.3.Población en estudio

La población en estudio estuvo conformada por cuatro silos de maíz amiláceo elaboradas por pobladores de las zonas de Kerapata, Soccoshuaycco y dos silos de Carhuacahua, para diferenciar estas muestras de la misma zona se consideró Carhuacahua (1) y Carhuacahua (2).

a. Carhuacahua (1), silo de tipo bunker y bajo techo, se realizó el picado de maiz chala después de tres cosechas de la mazorca.

b. Kerapata, silo de tipo trinchera, el maiz utilizado fue transportado desde Curahuasi, sin presencia de mazorca.

c. Soccoshuaycco, silo de tipo bunker, se usó maíz cosechado por el mismo productor, con presencia de mazorca.

d. Carhuacahua (2), silo de tipo parva, se picó un maiz después de dos cosechas de mazorca.

3.4. Técnicas de investigación

La calidad nutricional de ensilajes de maiz amiláceo (Zea mays L. *ssp amiláceo*) post-cosecha en la cuenca lechera de Abancay, se determinó mediante la evaluación química y sensorial. Cuyos datos fueron ingresados a la ficha de evaluación del ensilaje de maiz que es utilizada en el concurso anual de forrajes conservados del Expo Mercoláctea en San Francisco-Argentina, ediciones 2003 a la fecha (basada en las planillas que se utilizan en la Expo Dairy de Wisconsin), que utiliza el software Excel. Dicha ficha confiere un puntaje final para el ensilaje de cada zona, el mayor es el mejor.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

3.4.1. Determinación de la composición química

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición y Alimentación de la Universidad Católica Santa María de Arequipa. Utilizando las siguientes metodologías:

- **Metodología AOAC, 1990:**

Para materia seca (MS), proteína cruda (PC) y cenizas (CEN). El análisis proximal se efectuó con tres submuestras, a la primera muestra se le sometió a un calentamiento de 100°C por varias horas, con el objeto de determinar su humedad, la materia seca se calculó por diferencia, posteriormente se incineró a 500 - 600°C para obtener por diferencia el contenido mineral también denominado cenizas.

Una segunda submuestra se sometió al análisis de PC, que no es más que una determinación del nitrógeno total liberado por un proceso de digestión química, multiplicado por el factor de 6.25 (valor que se obtiene al asumir que en promedio, 100 g de proteína contienen 16 g de nitrógeno).

- **Método Van Soest *et al.*, 1991:**

Para la fibra detergente neutra el método consistió en hervir una muestra seca y molida del material estudiado de 0.50 g en una solución buffer (pH 7) de lauril sulfato (detergente neutro), donde se disolvió la proteína y grasa, quedando sólo celulosa, hemicelulosa y lignina; durante una hora y después se filtró. El material que permaneció fue la fracción insoluble del detergente neutro, a la que se conoce como FDN.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

La fibra detergente ácida, se utilizó el residuo que quedó luego de someter a la fibra detergente neutro a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetil-trimetil-amonio). En este proceso se extrajo la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Al igual que FDN, los resultados se expresan en porcentaje de la MS evaluada.

- **Método según Preston , 1986:**

Para la determinación N-NH_3, la muestra fue filtrada en una gasa (4 capas) y luego centrifugada por 10 minutos, se extrajo del sobrenadante 10 ml, el cual se llevó al cuerpo del destilador micro Kjeldahl, se adicionó 5 ml de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 20 N (concentración) y gotas de anticspumante. Se destilo aproximadamente 5 minutos y se colecto 20 ml de liquido condensado en un Erlenmeyer el cual tiene 5 ml de ácido bórico más los indicadores de verde bromo-cresol y rojo de metilo (0,1%) para fijar el amoniaco en un medio acido. Se tituló el liquido destilado con HCl de normalidad conocida anotándose el gasto Nº mEq N-NH_3 = gasto (ml) x Normalidad.N-NH_3 = gasto (ml) x Normalidad x mEq N-NH_3. Para la determinación del pH se utilizó un potenciómetro sobre un extracto acuoso formado por una fracción de 25 g de ensilado y 250 ml de agua destilada, tras 1 hora de reposo (Cherney y Cherney, 2003) de la muestra preparada, se cogió 10 g de muestra y se colocó en un vaso de precipitados. Se añadió 100 ml de agua destilada, y se desmenuzo la muestra para facilitar el contacto partícula-agua. Se colocó el preparado durante 15 minutos en agitación. Se traspasa la fase líquida a otro vaso distinto y se determinó el pH con ayuda de un pHimetro.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

3.4.2. Evaluación organoléptica

La evaluación organoléptica del ensilado de maíz amiláceo se hizo previa preparación de los estudiantes del noveno semestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del curso de producción de bovinos, lo que implicó exposiciones realizadas por el docente del curso, sobre la calidad del forraje, practicaron con muestras de juicio de ensilados de maíz de muestra compararon sus resultados con los dados por el docente. Evaluaron cuatro categorías a través de los sentidos:

Color: Mediante la observación directa del ensilado, la puntuación mínima y máxima es 0-25, eligieron una de las opciones dentro de la ficha de evaluación otorgándole un puntaje:

- Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado) con una puntuación que va desde 15-25.
- Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butírica) con una puntuación que va desde 5-10.
- Verde obscuro a negro (silo pútrido); para este tipo de color la puntuación es 0.
- Marrón obscuro (sobrecalentado); para este tipo de color la puntuación es 0.
- Manchas blancas en silo marrón o negro (enmohecido); para este tipo de color la puntuación es 0.

Madurez: Mediante la observación directa del ensilado, la puntuación mínima y máxima es 0-40, eligieron una de las opciones dentro de la ficha de evaluación otorgándole un puntaje:

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Estado vegetativo; con una puntuación que va desde 0-5.
- Grano 1/2 línea de leche; con una puntuación que va desde 5-10.
- Grano 3/4 línea de leche; con una puntuación que va desde 30-40.
- Grano duro; con una puntuación que va desde 10-25.

Material Extraño: Mediante la observación directa del ensilado, la puntuación mínima y máxima es 0-10, eligieron una de las alternativas dentro de la ficha de evaluación otorgándole un puntaje:

- Limpio con una puntuación que va desde 5-10.
- 0.1 a 5% de tierra con una puntuación que va desde 0-5.
- Más del 5% de tierra; la puntuación es 0.

Olor: Mediante el sentido del olfato, la puntuación mínima y máxima es 0-25, eligieron una de las alternativas dentro de la ficha de evaluación otorgándole un puntaje:

- Agradable y puede ser levemente avinagrado con una puntuación desde 15-25.
- Desagradable, rancio y pegajoso con una puntuación desde 5-10.
- Muy agresivo a podrido, puede oler a amoníaco; para este tipo de olor la puntuación es 0.
- Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado; para este tipo de olor la puntuación es 0.
- Mohoso; para este tipo de olor la puntuación es 0.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

3.4.3. Estimación de la digestibilidad.

La digestibilidad se estimó utilizando la ficha o cartilla de evaluación del ensilado de maíz a través de la ecuación en base a la FDA, DDM=88.9-(0.779xFDA).

3.4.4. Estimación del consumo.

El consumo se estimó mediante la FDN con la siguiente ecuación:

DMI =0,120/FDN.

3.5. Tamaño y selección de muestra

Se trabajó con cuatro silos de maíz amiláceo, elaboradas por pobladores de las zonas de Carhuacahua (1), Kerapata, Soccoshuayco y Carhuacahua (2) de la cuenca lechera de Abancay. La técnica de muestreo es no probabilístico por conveniencia, ya que se consideró todos los ensilajes de maíz de los cuales se tuvo conocimiento que lo efectuaron.

3.6. Recolección de información

La recolección de datos se hizo en base a la información generada de los análisis de laboratorio y de la evaluación sensorial ejecutada por estudiantes, al dirigirse a cada zona se desarrolló la ficha de evaluación de ensilajes de maíz, en Carhuacahua (1) participaron 29 estudiantes, Kerapata 23, Soccoshuayco 25 y en Carhuacahua (2) también 25.

Se tomaron las muestras de cada ensilaje para ser enviado al laboratorio.

Los materiales utilizados en la evaluación sensorial y toma de muestra fueron:

- Ficha de evaluación de ensilaje de maíz.
- Tableros.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Bolsas de plástico mediana para cada muestra de la zona.
- Balanza digital.

3.7. Estructura de la ficha de evaluación de ensilajes de maíz

La estructura de la ficha está conformada por un primer cuadro donde se insertan los datos obtenidos en laboratorio los cuales son transformados en puntajes según el criterio del segundo cuadro, un cuadro tercero donde se insertan los puntajes obtenidos a la evaluación sensorial, y un cuadro final y total donde se multiplican los puntajes por el porcentaje que equivale. El puntaje de laboratorio más el sensorial será la puntuación alcanzada por cada muestra.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizó medidas de tendencia central como promedios, desviación estándar y coeficiente de variabilidad, los datos obtenidos fueron recopilados, organizados y tabulados en hojas de cálculo Excel para Windows 2013. Los promedios fueron hallados en este programa, de acuerdo al número de participaciones de alumnos por zona. Luego los datos de laboratorio y los promedios de la evaluación sensorial fueron insertados en una sola ficha por zona.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición nutricional de los ensilados.

El contenido de MS del ensilaje influye fuertemente en el tipo de fermentación del silo. Perdidas de MS en efluentes ocurre cuando el contenido de MS del ensilaje es menor al 25% responsables de la pérdida de nutrientes altamente digestibles (Soto *et al.*, 2002). Por otro lado, demasiada MS hace difícil el empaque y la expulsión de oxigeno fuera de la masa de ensilaje (Harrison y Fransen, 1991). Según Roth y Heinrichs, 2001 el rango óptimo es de 30 - 40% por lo que los ensilados evaluados son adecuados. Valores superiores a este no es recomendable debido a una disminución en la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez que este ha sido abierto y a un incremento en las pérdidas de grano duro (no digerido) en las fecas (Ashbell y Weinberg, 1999).

Tabla 10.Valores nutricionales de los ensilados de maíz amiláceo analizados.

Procedencia	MS%	PC%	CEN%	FDN%	FDA%
Carhuacahua(1)	34.3±1.80	3.2±0.03	5.4±0.10	44.3±0.62	28.7±0.59
Kerapata	30.5±0.63	5.7±0.07	6.0±0.03	46.1±0.49	31.5±0.52
Soccoshuayco	35.1±0.98	6.0±0.16	6.3±0.07	52.7±0.57	34.9±0.14
Carhuacahua(2)	37.1±0.36	9.7±0.16	9.8±0.48	52.9±0.42	34.9±0.35
Prom±DE.	34.3±2.76	6.2 ± 2.68	6.9 ± 1.99	49.0±4.45	32.5±3.00
C.V. (%)	8.1	43.2	28.8	9.0	9.2

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Para Lanuza, 1990; Ruiz ,1991 y Klein, 1994, el contenido de MS ideal es de 27-32%. En general el promedio de MS de ensilajes de maíz amiláceo analizados en la cuenca lechera de Abancay fue 34.3% donde se reduce el nivel de efluentes (Ashbell y Weinberg, 1999), las pérdidas de carbohidratos por esta vía (Vallejo, 1995) y las pérdidas por respiración (McDonald, 1981).

Los valores de MS hallados por Spadotto *et al.*, 1999 para ensilaje de maíz para grano fueron muy altos comparados con los de nuestro estudio, esto se puede explicar por qué la elaboración del ensilaje se realizó sin retirar el maíz o cosecharlo como se hizo en nuestro caso donde el maíz es para consumo humano y las demás partes de la planta se utilizaron como una forma de aprovechar el mismo.

Respecto a la relación pH/MS en la calidad de fermentación del ensilaje, los cuatro ensilados serian catalogados como muy buenos ya que el ensilaje de Carhuacahua (1), Kerapata, Soccoshuaycco y Carhuacahua (2) tienen una MS mayor de 30% y el pH es menor de 4.5 (CORPORAC, 2002).

El contenido de PC de ensilajes de maíz forrajero es de 8%, porcentaje que es más bajo que el de otros cultivos forrajeros (Flores y Sánchez, 2010). En nuestro estudio los ensilajes de maíz amiláceo de Kerapata y Soccoshuaycco están en el límite mínimo del rango que es de 6 - 17% (Schoereder, 2004; NRC, 2001), pues el ensilado encontrado en la cuenca lechera de Abancay es elaborado después de la cosecha del maíz de la planta que quedo en pie y el contenido de PC tiende a ser mayor cuando se ensila con mazorca (Díaz, 1982; Hemken *et al.*, 1971; Urrutia *et al.*, 1982), por lo que podemos presumir que los valores de PC sean bajos.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

El ensilaje de Carhuacahua (2) es el que mejor cantidad de PC presenta, un alimento o una dieta debe contener aproximadamente un 7% de PC para garantizar nitrógeno suficiente para una fermentación microbiana efectiva en el rumen (Minson, 1984).

El promedio de PC del ensilaje de maíz amiláceo es adecuado, según Schoereder, 2004; NRC, 2001, valores fuera del rango se debe a una baja fertilización, perdida de N por una fuerte lluvia o por una competencia de malas hierbas.

Nótese que el coeficiente de variabilidad de la PC entre ensilados es alto, probablemente se debe a una mala compactación y el aire no fue eliminado fácilmente que a su vez provoco una fermentación de tipo butírica que es más débil que la de tipo láctico y la fermentación continuara durante más tiempo dando lugar a una mayor degradación de la proteína (Phillips, 2002).

Los valores de CEN de los ensilados evaluados son considerados buenos y cuanto menos mejor (Rivas, 1985) se consideran normales porque están por debajo del 10% (Gallardo y Gaggiotti, 2004). Contenidos mayores a 12%, son asociados a contaminación con suelo durante la cosecha o elaboración del ensilaje, lo que favorece la presencia de fermentaciones secundarias y reducción del consumo (Chaverra y Bernal, 2000), situación que no sucede en el presente estudio.

El coeficiente de variabilidad de la CEN entre ensilajes es muy alto, probablemente se deba a que son ensilados elaborados en distinta forma.

Los valores de FDN del ensilaje de maíz amiláceo están en el rango de 30-58% considerado normal (Schoereder, 2004; NRC, 2001), representan la estimación del

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

contenido total en fibra del alimento, es un parámetro sumamente variable según el contenido de grano en los ensilajes; disminuye con el aumento de la proporción de grano en la planta, debido a que el contenido de almidón del ensilaje diluye la FDN (Di Marco, 2007). Si la ración contiene demasiada fibra, el consumo puede ser limitado y se perderá estado corporal por lo que se necesitara mayor cantidad de ración como suplemento. Si por el contrario, la dieta contiene niveles muy bajos de fibra, existirá un exceso de fermentos ácidos e inadecuada capacidad buffer, por lo que la acidosis ruminal también limitará el consumo y se perderá estado corporal. (Ramírez *et al*., 1999), silajes con bajos niveles de FDN pueden ser incluidos en la ración en altas cantidades, no así los silajes con altas concentraciones de FDN. Forrajes con altos contenidos de fibra llenan más rápido el rumen, afectando la capacidad de consumo y cuando sube a más del 65% son correlacionados negativamente con el consumo y la digestibilidad (Di Marco, 2011. La FDN depende de factores como las condiciones ecológicas en las que se desarrolló la planta, la variedad a cosechar, estado del grano, cantidad de grano y la época de corte entre otras (Romero *et al*., 2004).

La FDA de las muestras analizadas están dentro del rango normal que es de 20-40% (Schoereder, 2004; NRC, 2001), estos resultados indicarían la fracción no digestible del ensilado. Cuanto mayor es la FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá (Rivas, 1985). Además, que la FDA estimula la rumia y salivación, lo que permite tener un ambiente sano en el rumen y mejora el crecimiento de las bacterias rúmiales (Shimada, 2003).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.2. Parámetros fermentativos

En el Tabla 11, se observa los valores del pH y N-NH_3 amoniacal de los ensilados evaluados.

Tabla 11.Valores fermentativos de los ensilados analizados.

Procedencia	pH	N-NH_3
Carhuacahua(1)	3.66 ±0.00	14.46±0.32
Kerapata	3.64±0.01	9.93±0.05
Soccoshuayco	3.66±0.01	8.81±0.24
Carhuacahua(2)	3.63± 0.05	6.82 ±0.28
Prom±DE.	3.65±0.02	10.01±3.24
C.V. (%)	0.5	32.4

El pH es un indicador crítico acerca del proceso óptimo de fermentación, el rango considerado normal esta entre 3.61 y 4.47 para que el ensilaje sea clasificado como de buena calidad (Karlen, 1985); lo cual permite decir que los valores obtenidos están en el límite mínimo del óptimo de conservación, estos valores son indicativos de una calidad de fermentación excelente (Thomas *et al.*, 1991; citados por Dumont, 1994); valores superiores a 5.5 indican inadecuada fermentación láctica (Gallardo y Gaggiotti, 2004). El ensilaje con pH de 3.8 a 4 permanece estable hasta su apertura (Hiriart, 1998), cuando el ensilaje alcanza valores inferiores a 4.2 se considera que se ha logrado su estabilidad fermentativa, (Demanet, 2007). Menor cantidad de MS más bajo tendrá que ser el pH para estabilizar el forraje, esto es, para conservarlo bien.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

El N-NH_3 obtenido en el ensilado de Kerapata, Soccoshuayco y Carhuacahua (2) son aceptables, cuanto menos N-NH_3 tenga un ensilado mejor conservado estará, un ensilaje de buena calidad puede tener un 10% de N-NH_3 con relación al nitrógeno total. Lo ideal es que sea menos de 4% (Demanet, 2007). La producción de N-NH_3 es un indicador de la degradación de las proteínas por microorganismos que participan en el proceso de fermentación del ensilaje. El N-NH_3 de una muestra indica la cantidad de proteína del forraje a ensilar que se ha transformado o degradado en amoniaco y está dada en una relación estrecha con el pH y la MS. El N-NH_3 al igual que el pH, pueden ser utilizados como indicadores de calidad de la fermentación.

En cambio el N-NH_3 de la zona de Carhuacahua (1) supera el 10% lo que es indicativo de una calidad fermentativa moderada, significa que el forraje ha tenido pérdidas importantes en el proceso de ensilado. En el caso de datos superiores al 15%, la ingestión de este forraje puede dar lugar a patologías en el ganado, sobre todo si es el único forraje que están comiendo. Por supuesto la producción de leche también estaria limitada (ITGG, 2005) y si la cantidad del N-NH_3 es mayor del 20%, será de mala calidad (Hiriart, 1998).

El coeficiente de variabilidad respecto al N-NH_3 entre ensilados presenta diferencias probablemente a que ocurrió una fermentación butírica, el mejor indicador de la calidad de fermentación del ensilado es la composición del nitrógeno no proteico, en un ensilado bien elaborado solo el 5-12% de nitrógeno no proteico se encontrara en forma de amoniaco (Phillips, 2002).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.3. Evaluación organoléptica.

Tabla 12. Promedios de las puntuaciones otorgados por los alumnos de acuerdo a su percepción del ensilado.

	Color	Madurez	Material Extraño	Olor
Carhuacahua(1)	19	5	7	20
Kerapata	16	2	7	15
Soccoshuaycco	15	16	8	17
Carhuacahua(2)	18	17	9	20
Promedio	17	10	8	18

Según la ficha de evaluación del ensilaje la puntuación del color va desde 0 a 25 cuanto mayor es el puntaje de mejor calidad será. Los cuatro ensilados obtuvieron puntajes muy buenos a la percepción de los estudiantes nuestros ensilajes tienen el color amarillo verdoso a verde amarronado que corresponde a un ensilaje bien fermentado. Para que el ensilaje sea considerado en condiciones adecuadas el color debe ser verde amarillento a oliva levemente (Gallardo, 2003), si sufrió algún calentamiento es de color marrón intenso y será catalogado como un ensilaje regular a malo en cambio un silaje butírico es de color amarronado, verde opaco, verde azulado el cual será un mal ensilaje así como el silaje mohoso de color oscuro con manchas blancas (Romero *et al.*, 2004).

La puntuación de la madurez de los cuatro ensilados fueron bajos, por tratarse de ensilados que se efectuaron como una forma de aprovechar la planta luego de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

cosechar el maíz. El puntaje más alto se otorga cuando el grano está en ¾ de línea de leche. El ensilaje de Carhuacahua (1) tiene el puntaje dentro de la categoría de Grano 1/2 línea de leche, Kerapata obtuvo el de estado vegetativo, Soccoshuaycco y Carhuacahua (2) el de grano duro.

En cuanto a material extraño en el ensilaje de maíz, la puntuación es desde 0 a 10 y se basa en la contaminación con tierra, los cuatro ensilajes obtuvieron puntajes adecuados, para ser considerados limpios.

La categoría olor consta de una puntuación que va desde 0-25. El olor de los cuatro ensilados fue considerado como agradable levemente avinagrado el promedio de la puntuación fue buena. El ensilado bien fermentado debe tener un olor agradable-avinagrado (Miller, 1997; citado por Chaverra y Bernal, 2000). Aquel silaje que sufrió algún calentamiento (regular a malo) es de olor agradable, atabacado o a caramelo, silaje butírico (malo) es de olor muy desagradable, rancio y silaje mohoso (malo) un olor rancio (Romero *et al.*, 2004). La valoración de ensilajes mediante las características sensoriales en el campo es una manera rápida económica y sencilla (Tobía *et al.*, 2003).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.4. Estimación de digestibilidad y consumo del ensilado de maíz.

Tabla 13. Digestibilidad y consumo estimado de los ensilados.

Procedencia	Digestibilidad estimada	Consumo estimado
Carhuacahua(1)	66.56	2.71
Kerapata	64.35	2.61
Soccoshuaycco	61.99	2.28
Carhuacahua(2)	61.71	2.27
Promedio±Desv.Est	63.65±2.27	2.47±0.23

La digestibilidad es la cuantificación del proceso digestivo, es decir, la facilidad con que es convertido un alimento en el aparato digestivo en sustancias útiles para el organismo porque no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y por consecuencia aprovechado por el organismo que lo ingiere (Manríquez *et al.*, 1994).

La proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) quedan disponibles para el animal, en los ensilajes evaluados la digestibilidad es mayor del 60%, la muestra de Carhuacahua (1) tiene el más alto porcentaje, cuanto mayor sea digestibilidad estimada mejor será el resultado. Se considera normal aun desde 56% a mayor de 65% donde el alimento puede ser utilizado cuando se quiere lograr una buena producción de leche. (Grant, 1997).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Independientemente de la metodología utilizada para evaluar la calidad, se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), por el contrario en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50% (Di Marco, 2011), ninguna de los ensilajes es menor de lo indicado.

El promedio de consumo estimado en nuestro estudio es de 2.47 se expresa en porcentaje de peso corporal que es la cantidad de alimento que los animales pueden consumir en un periodo de tiempo determinado, para el mantenimiento y los diferentes procesos productivos. Valores mayores de 3 están sugeridos para vacunos de muy buena producción de leche, las cuatro muestras están dentro del rango considerado normal desde 2 a valores mayores que 3, donde el alimento puede ser utilizado cuando se quiere lograr una buena producción de leche, carne o simplemente de mantenimiento, valores menores a este rango son considerados de pobre calidad (Grant, 1997). Una mayor digestibilidad se traduce en un aumento del consumo de materia seca (CMS), mayor producción de leche y, en muchos casos, la posibilidad de suplementar con menos grano, pero también requiere un manejo adicional para cultivar, cosechar y suministrar (Dow Agro Sciencies, 2006).

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.5. Calificación de los ensilados

Tabla14. Calificación de los ensilados, puntajes de laboratorio y sensorial.

	Puntaje Laboratorio	Puntaje Sensorial	Total
Carhuacahua(1)	51.32	17.85	69.17
Kerapata	43.72	14.00	57.72
Carhuacahua(2)	28.61	22.40	51.01
Soccoshuayccо	24.98	19.60	44.58

La seccion de laboratorio representa el 65% y el puntaje sensorial el 35% del total, la suma de ambos es el puntaje total obtenido por la muestra, el ensilado que obtiene mayor puntaje será el mejor, de acuerdo a lo obtenido en la cuenca lechera de Abancay, el mejor ensilado corresponde a Carhuacahua (1) basada en la FDN, FDA y PC en cuanto a puntaje de laboratorio, el ensilaje que obtuvo menor puntaje es la muestra de Soccoshuayccо. En cuanto a puntaje sensorial que es corroborado con la información de laboratorio y tener menor importancia que es de 35% para las muestras, en el total de puntaje obtenido Carhuacahua (1) es el mejor y el último es Carhuacahua (2). En general los ensilajes de maíz amiláceo elaborados en la cuenca lechera de Abancay en el estudio presentan características buenas para ser utilizadas en la alimentación de nuestros vacunos.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los ensilajes de maíz amiláceo post cosecha evaluados en la cuenca lechera de Abancay fueron de buena calidad.
- A la evaluación química los promedios de los distintos parámetros nutritivos (MS, PC, CEN, FDN y FDA) y fermentativos (pH y N-NH_3) fueron los adecuados lo que quiere decir que estamos ante ensilados de calidad.
- Los ensilados de maíz amiláceo post cosecha están en el límite mínimo requerido en proteína cruda con una influencia directa en la producción animal.
- A la evaluación organoléptica (color, madurez material extraño y olor) el ensilado de maíz amiláceo post cosecha, presentaron buenas características.
- En cuanto a la digestibilidad y consumo estimado los ensilados de maíz amiláceo post cosecha evaluados presentaron valores adecuados.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda practicar la elaboración de ensilaje de maíz amiláceo post- cosecha por ser ensilados de calidad.
- De acuerdo a lo hallado en la composición química del maíz amiláceo recomendamos que por su bajo contenido proteico no debe ser el único componente de la dieta, en la práctica se debe adicionar torta de soja, girasol o agregar urea y productos amoniacales.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Realizar estudios similares con el maíz amiláceo post-cosecha en la zona, con el uso de aditivos y suplementos en el ensilaje para medir la digestibilidad y otros parámetros.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Aello, M.S., Di Marco, O.N., Parodi, G.M. y Gutiérrez, L.M. 2008. Corte de dos híbridos de maíz a alturas de 15 o 50 cm en el rendimiento del ensilaje y del rastrojo dejado por el corte alto. Disponible en: www.alpa.org.ve/ojs/index.php/ojs_files/article/viewFile/596/517
2. Alaniz, O.G. 2008. Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Tesis de grado en maestro en ciencias en gestión ambiental, Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Durango. DF, México.
3. Aldrich, S. y Leng, E. 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
4. Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants. A review. J. Range Manage. 38:305 pp.
5. Anrique, R. 1994a. Bases del proceso fermentativo. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario. Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental. Serie Remehue, (52): 145-162.
6. Anrique, R. 1994b. Avances en valoración nutritiva de alimentos para rumiantes. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B (1): 320-333.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7. Araya, O. 1994. Intoxicaciones y problemas sanitarios detectados con ensilajes de deficiente calidad. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario. Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Remehue 52. pp: 219-222.
8. Ashbell, G. y Weinberg, Z. G. 1999. FAO. Conferencia electrónica en forrajes tropicales. Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico. Disponible en: www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp/silage/home.htm.
9. Association Of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlinton V.A. USA.1140 p.
10. Balocchi, O. 1999a. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. In: Anrique, R., Latrille, L., Balocchi, O., Alomar, D., Moreira, V., Smith, R., Pinochet, D. y Vargas, G. Competitividad de la producción lechera nacional (tomo I). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile: 29-74.
11. Balocchi, O. 1999b. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Serie B-22: 186-214.
12. Balocchi, O. y Lopez, I. 1991. Aptitud fermentativa de recursos forrajeros. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Serie B-15: pp: 1-24.
13. Bates, G. 2011. Corn Silage. Agricultural extension service. University of Tennessee. USA.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

14. Beever, D. E., Thompson, D. J. Cammell, S. B. y Harrison, D. G. 1977. The digestion by sheep of silages made with and without the addition of formaldehyde. J. Agric. Sci.Camb, 88:61-70.

15. Berndt S. A. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

16. Bertoia, L. 2011. Criterios para seleccionar maíz de silaje y su manejo. Manual de forrajes conservados. Córdova, España.

17. Bertoia, L. M. 2004. Algunos conceptos sobre ensilaje. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Córdova, España.

18. Bolsen, K. K. 1990. Conference paper. Boletín Informativo Silo Guard for corn silage. Kansas State University. Agricultural Experiment Station, Manhattan, KS

19. Bondi, A. A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

20. Camacho, R. I. 2002. Costos de producción de ensilaje de maíz, con diferentes técnicas de picado. Tesis de Grado para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa cruz, Bolivia.

21. Carrete, J. 2002. Maíz para silaje. Disponible en: www.produccionanimal.com.ar/

22. Castillo., Rojas, A y Wing Ching, R. 2008. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con Vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense, 33(1):133-146.

23. Cattani, P., Bragachini, M. y Peiretti, J. 2010. El Tamaño de picado como factor de calidad. Disponible en:

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/141-picado.pdf

24. Cereijo, M. A. 2008. Evaluación de la calidad nutritiva de los silajes de maíz de la Región Pampeana y Mesopotamia Argentina. Tesis de grado en ciencias agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. La Pampa, Argentina.
25. Chamberlain, D. G., Martin, P. A. y Robertson, S. 1996. Optimizing compound feed use in dairy cows with high intakes of silage. In: Garnsworthy, P. C. y Cole, D. J. A. (eds.) Recent developments in ruminant nutrition III. Nottingham University Press. Nottingham, UK.
26. Chaverra, G. y Bernal, E. 2000. Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. IICA. Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia.
27. Cherney, J. H. y Cherney, J. R. 2003. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. Silage Science and Technology. Madison, Wisconsin, USA.
28. Church, D. C. y Pond, W. G. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa. Tercera edición. México.
29. CORFO. 2011. Caracteristicas de un buen silo de maiz. La importancia de la calidad del forraje. Rio Colorado. Disponible en:

www.corforiocolorado.gov.ar/archivos/Caracteristicasbuensilodemaiz.pdf

30. CORPORAC. 2002. Interpretación de análisis de ensilados. Disponible en:

wwwroot\Corporac\agricultura\fraisoro\documentos\recomenvaloraciondesilos.doc.

31. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. 2003. Ensilaje de cultivos forrajeros para la alimentación de bovinos en el piedemonte llanero. Boletín técnico No 33. Villavicencio, Meta, Colombia.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

32. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. 2005. Maíz. Ecoregion caribe. Turipaná. Disponible en:

www.turipana.org.co/maiz_principal.htm.

33. Curran, B. 1990. Corn Silage Yield and Quality Affected by Plant Density. Disponible en:

www.pioneer.com/usa/ agronomy/corn/CSAPD.

34. Delgado, B. 2005. IV Jornadas de Alimentación Animal. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado. Asturias, España.

35. De Alba, J. 1983. Alimentación del Ganado en América Latina. Ed. Prensa. DF, México.

36. De la Roza, B. y Martinez, A. 1994. Alimentos para el ganado. Parámetros de calidad y normas de recogida de muestras para análisis. Instituto de Experimentación y Promoción Agraria. Serie informes técnicos: 2 / 94.

37. Demanet, R. 1994. Producción de forraje en base a ballicas. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Serie B-18 pp: 116-132.

38. Demanet, R. 2007. Conceptos básicos en la elaboración de ensilaje. Programa desarrollo productores. Universidad de la frontera. Disponible en:

www.watts.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20080612163905&hdd_nom_archivo=Ensilajes_R_Demanet01.pdf

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

39. Demarquilly, C. 1990. Utilisation des conservateurs: quand et pourquoi les utiliser. Resultáis zootechniques obtenus avec des ensilages d'herbe avec des conservateurs efficaces. Symposium International sur Tensilage d'herbe. Rouyn-Noranda. 93-104.

40. Di Marco, O. 2011. Estimación de la calidad de los forrajes. Sitio argentino de Producción Animal. Producir XXI, 20(240): 24-30.

41. Di Marco, O. 2007. Calidad nutritiva de ensilajes de maíz o sorgo: ¿Híbridos sileros o graníferos? En: Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. Un nuevo desafío para la producción regional. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 69-80.

42. Díaz, T.1982. Comportamiento de vacas Holstein durante la primera fase de lactancia, alimentadas con ensilaje de maíz y suplementos proteicos. Universidad Nacional-ICA. Bogotá. p.19-25.

43. Dumont, J. C. 1994. Análisis y composición química de ensilajes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario de Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Remehue. Serie Remehue 52: 27-37 p.

44. Elizalde, H. 1994. El valor nutritivo de los ensilajes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario de Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Remehue. Serie Remehue 52: 39-60 p.

45. Elizalde, H. y Klein, F. 1989. Elaboración de ensilajes de alta calidad. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental. Boletín técnico. Remehue 146. 19 p.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

46. Equipo técnico de Alltech. 2003. Los 10 mandamientos del ensilaje. Acontecer lechero, 2(15): 21-23.

47. Evangelista, M. y Ortega, J. A 2006. Mejora del proceso de ensilaje de maíz por adición de lacto suero. Tesis para obtener el grado de magister en producción animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

48. FAO (Food and alimentation organization). 1999. Electronic conference on tropical silage grassland and pasture crops group, crop and grassland service, Rome, Italy. Disponible en:

www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp/silage/home.htm

49. Flores, M.A. y Figueroa, U. 2010. Producción y ensilaje de maíz forrajero de riego. Folleto técnico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 30:2-37.

50. Flores, O. y Sánchez. R. A. 2010. Producción y calidad de forraje de cereales menores. En: Memorias del 1er Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Tuxltla Gutiérrez Chiapas. México.

51. Gaggiotti M., Romero L., Bruno O., Comeron E y Quaino O. 1996. Tabla de composición química de alimentos. Estación Experimental Agropecuaria INTA-Rafaela. Centro Regional Santa Fe. Ed. Perfil S.A. Argentina. pp. 42-46.

52. Gallardo, M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados. Circular planteos ganaderos, aapresid.org.ar. EEA INTA Rafaela, Santa fe. p. 51-61.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

53. Gallardo, M. y Gaggiotti, M. 2004. Diagnóstico de la calidad los forrajes conservados y como interpretar los análisis manual de actualización técnica en forrajes conservados. Disponible en:

www.silajesscarella.com.ar

54. García, A. 2005. Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. College Of Agriculture & Biological Sciences South Dakota State University USDA. ExEx4027S:1-3.

55. García, M. R. 1995. Evaluación de pérdidas cuantitativas y cualitativas del ensilaje de maíz *(Zea mays)* en silos horizontales. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Escuela de zootecnia, Universidad popular autónoma del estado de Puebla, México.

56. González, B. 1988. Conservación de Forrajes, curso sobre producción y Manejo de pastos, FUSAGRI, Venezuela.

57. Gonzales, B. 1992. Pastos para ensilaje, Seminario de la fundación Inlaca. Valencia, España, 15 p.

58. Grant, R. J. y Albright, J. L. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. J. Anim. Sci., 73: 2791- 2803.

59. Greub, L. J. y Cosgrove, D. R. 2006. Judging Crop Quality, Part II: Score Sheets for Evaluating Haylage and Corn Silage. NACTA Journal.WI 54022: 46-51.

60. Gross, F. 1969. Silos y ensilados. Traducido por Escobar, J. L. Zaragoza, España. Acribia: 63- 130.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

61. Haigh, P. M. 1990. Effect of herbage water soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilages on the fermentation of grass silages made on commercial farms. Grass and Forage Science. 45: 263-271.

62. Harris, J. B. 1984. Harvesting, Storirg and feeding silage to dairy cattle. Florida Cooperative Extension Service, Circular 565. University of Florida.

63. Harrison, J. H. and S. Fransen 1991. Silage management in North America. In Field Guide for Hay and Silage Management in North America, pg. 33. K. K. Bolsen, ed. Natl. Feed Ingredients Assoc. West Des Moines, Iowa.

64. Hemken, R.,Clark, N.,Goering, H.,Vandersall, J. 1971.Nutritive value of corn silage as influenced by grain contento Journal of Dairy Science (U. S. A.) v.54, p.383-389.

65. Hiriart, L.B.M. 1998. Ensilados procedimientos y calidad. Ed Trillas. S.A de C.V. DF, México.

66. Hughes, H. D., Herat, M. E., Metcalfe, D. S. 1984. Forrajes. La ciencia de la Agricultura basada en la Producción de Pastos. Ed Continental. DF, México.

67. Moreno, A. H. 1977. Evaluación de ensilajes de pasto, Panamá para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis M.Sc. Catie, Nirrialba, Costa Rica.

68. Pezo, D. 1981. Ensilaje de Forrajes Tropicales. En Producción y utilización de forrajes en el trópico (compendio) Catie, nimalba, Costa Rica

69. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. 2006. Dirección de investigación agraria maíz en el Perú. Programa nacional de investigación en maíz. Disponible en:

www.minag.gob.pe

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

70. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2010. Resultados definitivos de los Censos Nacionales IX de Población y IV de Vivienda. Dirección Nacional de Estadística e Informática Departamental. Disponible en:

www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones.../Libro.pdf

71. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2010. Conociendo Apurimac. Disponible en:

www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones.../Libro.pdf

72. ITGG. 2005. Servicio de alimentación ganadera. Calidad de los ensilados recogidos por ITG ganadero durante 2005. Calidad de los ensilados de raigrás y praderas.

73. Jones, D., Jones, R. y Mosely, G. 1990. Effect of incorporating rolled barley in autumn- cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance, J. of Agricultural Science, Cambridge. 115: 399-408.

74. Karlen, D. L., Camp, C.R. and Zublena, J. P. 1985. Plant density, distribution and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16:55-70.

75. Klein, F. 1994. Utilización de ensilaje de maíz en producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico 213. 16 p.

76. Kung, L. 2004. Eficiencia en manejo de silos. Acapulco, México. Memoria Congreso Mundial de la Leche. pp 18-25.

77. Lanuza, F. 1990. Caracterización del ensilaje de maíz. In: Seminario Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de los Lagos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue 12. pp: 59-78.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

78. Lanuza, F. 1994. Alteraciones en respuesta animal con silajes mal preservados. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 52. pp: 203-217.

79. Manriquez, J. A. 1994. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. En Control de calidad de insumos y dietas acuáticas. FAO. México. pp: 67-72.

80. McCullough, M. 1976. Alimentación práctica de la vaca lechera, España. Disponible en:
www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/alimentacion-practica-de-la-vaca lechera/autor/mccullough

81. McDonald, P. 1981. The biochemistry of silage. John Willey and Sons, Ltd, New York. 226 p.

82. Merchen, N.R. 1993. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: D. C. Church (Ed.). El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

83. Merry, R. J., Jones, R. y Theodorou, M. K. 2000. The conservation of grass. In: Hopkins, A. (ed.) Grass: its production and utilization. 3ª ed. Blackwell Science. UK.

84. Mier, M. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maiz forrajero. Trabajo de fin de master para optar el Grado de Master en Zootecnia y Gestión sostenible. Departamento de Producción Animal Universidad de Córdoba, Argentina.

85. Miller, W. 1989. Nutrición y Alimentación del ganado vacuno lechero. Ed. Acribia, España.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

86. Minson, D.J. 1984. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J.B. (Ed.). Nutritional limits to animal production from pasture. CAB. Farnhan Royal. pp: 167-182.

87. Ministerio de Agricultura Perú. 2012. Dirección de Agronegocios. Maíz amiláceo. Dirección de información agraria. Disponible en: www.minag.gob.pe

88. Moore, L. A. 1980. Ensilajes. En: Hughes, H.D., Heath, M., Metcalfe, D. (eds.). Forrajes. Ed. Continental. México.

89. Morrison, F. 1987. Compendio de alimentación del Ganado. Ed. UTEHA, México.

90. Newman, A. L. 1991. Ganado vacuno para producción de carne. Ed. Orientación, Volumen 3, México.

91. Nocet, J. E. y Grant, A. L. 1987. Characterisation of "in situ" nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentajes. J. Anim. Sci, 64, 552-564.

92. National Research Council. 2001. Nutrietnt requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. Washington, D.C. p 13.

93. National Research Council. 1987. National Research Council. Predicting feed intake of Food-Producing Animals. National Academy Press, Washington, D. C. 85 pp.

94. National Research Council NRC. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, DC. 157p.

95. Oramas, C. y Vivas, N. 2007. Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz *(Zea mays)* en monocultivo y en asociación con fríjol *(Phaseolus vulgaris)* para ensilaje. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. 5(1):34-35.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

96. Pabón, R. A., Toro, O. J. y Sánchez, H. 1987. Efecto de la amonificación sobre el valor nutritivo del ensilaje de maíz. Acta Agron, 37: 66-83.

97. Peñagaricano, J., Arias, W. y Llaneza, N. 1976. Manejo y utilización de las reservas forrajeras. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

98. Pérez, D. M.1986. Manual sobre ganado productor de leche. Ed. Diana. Hermosillo, México.

99. Phillips, C. J. 2002. Principios de producción bovina. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

100. Pichard, G. y Cussen, R. 1994. Evaluación de las pérdidas en el proceso de ensilaje y manejo de efluentes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario. Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue 52. pp: 183-202.

101. Piñero, G. 2010. Manual Práctico Lactosilo". Tercera edición. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar.

102. Preston, T. R. 1986. Better utilization of crop residues and byproducts in animal feeding: Research guidelines. 2. A practical manual for research workers. Ed. F.A.O., p. 107.

103. Ramírez, A. 1992. Análisis del ensilaje de tres cultivos forrajeros perennes y del maíz de temporal. tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara, México.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

104. Ramirez, E.1999. Uso de aditivos para el mejoramiento del silaje en el mejoramiento de forrajes tropicales, Universidad Federal Rio Grande del Sur. Porto Alegre, Brasil.

105. Ramirez ,E., Catani, P. y Ruiz, S. 1999. La importancia de la calidad del forraje y el silaje. silaje de maíz y sorgo granífero, Sitio Argentino de Producción Animal. Act. Téc. Nº 2.

106. Rivas, A. 1985. Interpretación de análisis de alimentos y métodos de muestreo. In: Latrille, L. (ed.) Alimentación de bovinos para producción de leche y carne. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-10: 219-229.

107. Romero, L., Gaggiotti, Q. M. y Comerón, E. 2004. Técnicas de muestreo y parámetros de calidad de los recursos forrajeros. Manual de actualización técnica forrajes conservados. Disponible en: www.silajesscarella.com.ar

108. Romero, L. A. 2005. Maíz para silo, el momento de corte. Disponible en: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/66maiz_para_silo_momento_corte.htm

109. Romero, L. 2004. Ensilaje de leguminosas con énfasis en alfalfa y soja. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria Argentina. In: Producción y manejo de forrajes conservados: Silo. Sitio argentino de producción animal. Disponible en: www.produccionbovina.com.

110. Roth, W., Heinrichs, J. 2001. Corn silage production and Management. College of Agricultural Sciences, PennState.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

111. Ruiz, I. 1991. Humedad de la planta de maíz para ensilaje a la cosecha. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina. Chile. (68): 25-27.

112. Salomón, N. 2010. Utilización de silo de maíz planta entera en un sistema de cría. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar

113. Shimada, M. 2003. Nutrición Animal. Ed Trillas. DF, México. pp 5-375.

114. Smith, D. 1973. Chemestry and Biochemistry of Herbage. Academic Press. 106 - 155.

115. Soto, P., E. Jahn. y Arredondo, S. 2002. Población y fertilización nitrogenada en un híbrido de maíz para ensilaje en el valle central regado. Agric. Téc. Chile.62:255 265. 200.

116. Spadotto, A. J., Silveira, A. C., Furlan, R. L., DeBeni, M., Costa, C., Nunes, H. y Parre, C. 1999. Evaluación del ensilaje de variedades de maíz de grano y de maíz forrajero en la alimentación de bovinos Nelore y Canchim y su comportamiento en corrales de engorde (feedlots). Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos cartel técnico 7.2:121-122.

117. Staples, C. R. 2003. Corn silage for dairy cows. DS 21.Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 7p.

118. Tobia, C., Uribe, L., Villalobos, E., Soto. y Ferris, I. 2003. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya. Agronomía Costarricense 27(2):21-27.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

119. Tobia, C., Uribe, L., Villalobos, E., Soto, H. y Ferris, I. 2003. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya. Revista Agronomía Costarricense, vol.27 (2), p. 21-27.

120. Thomas, P. C., Kelly, N. C. y Chamberlain, D. C. 1980. Silage. Proceedings of the Nutrition Society. 39 p 257.

121. Urdaneta, J. y Borges, J. 2011. Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes mixtos de *Pennisetum spp. Hibridum*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), San Felipe, Yaracuy. Mundo Pecuario, VII, N° 2, 58-63.

122. Urrutia, J., Martínez, L. y Shimada, A. 1982. Valor nutritivo del rastrojo y ensilaje de maíz con y sin mazorca, tratados con NaOH, para borregos en crecimiento. Técnica Pecuaria en México. N .42, p.7-16.

123. Urrutia, J., Martínez, L. y Shimada, A. 1982. Valor nutritivo del rastrojo y ensilaje de maíz con y sin mazorca, tratados con NaOH, para borregos en crecimiento. Técnica Pecuaria en México. n .42, p.7-16.

124. Vallejo, M. 1995. Efecto del pre marchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis de maestría. Cartago, Costa Rica. 117 p.

125. Van Soest, P., Robertson y B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dietary Sci., 74: 3583 – 3597.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

126. Van Olphen, P., Valle., D, Ferrero, J., Gutiérrez, L. M. y Viviani, R. E. 2000. Maíz: contenido de granos y calidad del silaje. Disponible en: www.produccionanimal. com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/147- maiz.pdf.

127. Vieyra, M. A. 2006. El Ensilaje como método de conservación de forrajes. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista, Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. DF, México.

128. Wilkinson, M. 1984. Milk and meat from grass. Granada Publishing. London, UK. 149 p.

129. Wilkinson, M. 1987. Silage UK. 4ª ed. Chalcombe Publications. UK. 146 p.

130. Wisconsin, Division of Cooperative Extention. Disponible en: corn.agronomy.wisc.edu/AA/A062.aspx.

131. Zea, S. y Díaz M. 1990. Producción de Carne con Pastos y Forrajes. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

132. Zúñiga, V. F. 1989. Botánica Sistemática. Universidad Nacional de Piura. Disponible en: www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/tumbes/tesis_unt_tumbes_c

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ANEXO

Tabla 15. Evaluación sensorial del ensilado de Carhuacahua (1) realizado por 29 alumnos.

		ENSILAJE "1"		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Promedio
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)	15-25																														19
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butírica)	5-10																														
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)	0	19	17	17	22	21	20	20	19	18	19	19	19	20	22	18	14	20	20	19	21	15	17	22	18	18	19	18	15	18	
		Marrón obscuro (sobrecalentado)	0																														
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)	0																														
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo	0-5																														5
		Grano 1/2 línea de leche	5-10	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	7	5	4	5	5	
		Grano 3/4 línea de leche	30-40																														
		Grano duro	10-25																														
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio	5-10																														7
		0.1 a 5 % de tierra	0-5	6	7	7	6	7	5	5	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6	6	4	8	6	6	
		Más del 5 % de tierra	0																														
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado	15-25																														20
		Desagradable, rancio y pegajoso	5-10																														
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco	0	16	18	18	18	22	23	23	21	23	21	18	18	23	22	18	22	20	20	20	23	19	20	22	18	15	20	22	20	23	
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado	0																														
		Mohoso	0																														
			TOTAL																														51

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 16. Ficha de evaluación del ensilaje de Carhuacahua (1).

SILO DE MAÍZ									MUESTRA Nº	1	
LABORATORIO 100 %	Acidez (pH)	3.66									
	Materia Seca (%)	34.30	PARAMETRO	PUNTAJE	PUNTOS	CRITERIO					
	Fibra Detergente Neutro	44.33	FDN	0-45	45.00	> 60 = 0	60 - 45 = 1 a 45	< 45 = 45			
	Fibra Detergente Acido	28.68	FDA	0-45	33.96	> 40 = 0	40 - 25 = 1 a 45	< 25 = 45			
	Proteina Bruta (%)	3.17	PB	0-10	0.00	< 6 = 0	6 - 11 = 1 a 10	> 11 = 10			
	Ceniza (%)	5.42	TOTAL		78.96						
	PUNTAJE	78.96							Descarte	% Ceniza	> 15 %
	DIG Estim	66.56								% MS	> 40 %
	CONS Estim	2.71								% MS	< 25 %
										pH	> 5
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)		15-25							
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butí		5-10						PARTICIPACIÓN	PUNTOS
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)		0	19				PUNTAJE DE LABORATORIO	65%	51.32
		Marrón obscuro (sobrecalentado)		0							
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)		0							
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo		0-5							
		Grano 1/2 línea de leche		5-10	5						
		Grano 3/4 línea de leche		30-40					PUNTAJE DE PARAMETROS SENSORIALES	35%	17.85
		Grano duro		10-25							
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio		5-10							
		0.1 a 5 % de tierra		0-5	7						
		Más del 5 % de tierra		0							
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado		15-25					PUNTAJE TOTAL	69.17	
		Desagradable, rancio y pegajoso		5-10							
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco		0	20						
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado		0							
		Mohoso		0							
				TOTAL	51						

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 17. Evaluación sensorial del ensilado de Kerapata realizado por 23 alumnos.

ENSILAJE "2"				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)	15-25																								16
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butírica)	5-10																								
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)	0	12	17	15	15	20	20	20	17	15	20	20	9	20	18	20	5	23	18	8	6	15	10	17	
		Marrón obscuro (sobrecalentado)	0																								
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)	0																								
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo	0-5																								2
		Grano 1/2 línea de leche	5-10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	6	0	0	20	0	0	0	0	
		Grano 3/4 línea de leche	30-40																								
		Grano duro	10-25																								
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio	5-10																								7
		0.1 a 5 % de tierra	0-5	9	6	5	5	8	9	8	9	5	8	8	8	8	4	8	4	8	8	4	2	8	9	6	
		Más del 5 % de tierra	0																								
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado	15-25																								15
		Desagradable, rancio y pegajoso	5-10																								
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco	0	8	10	15	15	20	15	15	18	15	20	20	7	20	8	20	15	15	15	15	15	10	15	10	
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado	0																								
		Mohoso	0																								
			TOTAL																								40

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 18. Ficha de evaluación del ensilaje de Kerapata.

SILO DE MAÍZ									MUESTRA Nº	2	
LABORATORIO 100 %	Acidez (pH)	3.64									
	Materia Seca (%)	30.50	PARAMETRO	PUNTAJE	PUNTOS	CRITERIO					
	Fibra Detergente Neutro	46.06	FDN	0-45	41.82	> 60 = 0	60 - 45 = 1 a 45	< 45 = 45			
	Fibra Detergente Acido	31.52	FDA	0-45	25.44	> 40 = 0	40 - 25 = 1 a 45	< 25 = 45			
	Proteina Bruta (%)	5.68	PB	0-10	0.00	< 6 = 0	6 - 11 = 1 a 10	> 11 = 10			
	Ceniza (%)	5.96	TOTAL		67.26						
	PUNTAJE	67.26							Descarte	% Ceniza	> 15 %
	DIG Estim	64.35								% MS	> 40 %
	CONS Estim	2.61								% MS	< 25 %
										pH	> 5
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado		15-25							
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación but		5-10						PARTICIPACIÓN	PUNTOS
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)		0	16				PUNTAJE DE LABORATORIO	65%	43.72
		Marrón obscuro (sobrecalentado)		0							
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)		0							
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo		0-5							
		Grano 1/2 línea de leche		5-10	2						
		Grano 3/4 línea de leche		30-40					PUNTAJE DE PARAMETROS SENSORIALES	35%	14.00
		Grano duro		10-25							
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio		5-10							
		0.1 a 5 % de tierra		0-5	7						
		Más del 5 % de tierra		0							
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado		15-25					PUNTAJE TOTAL	57.72	
		Desagradable, rancio y pegajoso		5-10							
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco		0	15						
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado		0							
		Mohoso		0							
				TOTAL	40						

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 19. Evaluación sensorial del ensilado de Soccoshuaycco realizado por 25 alumnos.

ENSILAJE "3"				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Promedio
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)	15-25																										15
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butírica)	5-10																										
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)	0	15	15	15	15	15	17	15	10	15	15	15	15	10	15	15	15	15	15	15	17	15	15	15	15	15	
		Marrón obscuro (sobrecalentado)	0																										
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)	0																										
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo	0-5																										16
		Grano 1/2 línea de leche	5-10	10	15	15	7	25	15	15	23	15	15	15	20	21	25	20	20	10	15	8	20	10	15	20	15	10	
		Grano 3/4 línea de leche	30-40																										
		Grano duro	10-25																										
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio	5-10																										8
		0.1 a 5 % de tierra	0-5	7	8	8	8	10	8	10	10	7	5	10	10	9	10	10	10	6	10	2	10	5	10	9	10	10	
		Más del 5 % de tierra	0																										
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado	15-25																										17
		Desagradable, rancio y pegajoso	5-10																										
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco	0	15	20	20	20	15	20	11	23	15	15	10	15	20	13	25	20	10	20	12	15	24	20	17	20	20	
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado	0																										
		Mohoso	0																										
			TOTAL																										56

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 20. Ficha de evaluación del ensilaje de Soccoshuaycco realizado por 25 alumnos.

SILO DE MAÍZ									MUESTRA Nº	3	
LABORATORIO 100 %	Acidez (pH)	3.66									
	Materia Seca (%)	35.10	PARAMETRO	PUNTAJE	PUNTOS	CRITERIO					
	Fibra Detergente Neutro	52.65	FDN	0-45	22.05	> 60 = 0	60 - 45 = 1 a 45	< 45 = 45		22.05	
	Fibra Detergente Acido	34.54	FDA	0-45	16.38	> 40 = 0	40 - 25 = 1 a 45	< 25 = 45		16.38	
	Proteina Bruta (%)	5.95	PB	0-10	0.00	< 6 = 0	6 - 11 = 1 a 10	> 11 = 10		-0.10	
	Ceniza (%)	6.30	TOTAL		38.43						
	PUNTAJE	38.43							Descarte	% Ceniza	> 15 %
	DIG Estim	61.99								% MS	> 40 %
	CONS Estim	2.28								% MS	< 25 %
										pH	> 5
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)		15-25							
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butí		5-10						PARTICIPACIÓN	PUNTOS
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)		0	15				PUNTAJE DE LABORATORIO	65%	24.98
		Marrón obscuro (sobrecalentado)		0							
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)		0							
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo		0-5							
		Grano 1/2 línea de leche		5-10	16						
		Grano 3/4 línea de leche		30-40					PUNTAJE DE PARAMETROS SENSORIALES	35%	19.60
		Grano duro		10-25							
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio		5-10							
		0.1 a 5 % de tierra		0-5	8						
		Más del 5 % de tierra		0							
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado		15-25					PUNTAJE TOTAL	44.58	
		Desagradable, rancio y pegajoso		5-10							
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco		0	17						
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado		0							
		Mohoso		0							
				TOTAL	56						

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 21. Evaluación sensorial del ensilado de Carhuacahua (2) realizado por 25 alumnos.

ENSILAJE "4"				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Promedio
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)	15-25																										18
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butírica)	5-10																										
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)	0	20	15	16	20	20	20	17	20	15	20	18	15	15	20	20	16	20	18	20	18	20	19	20	20	20	
		Marrón obscuro (sobrecalentado)	0																										
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)	0																										
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo	0-5																										17
		Grano 1/2 línea de leche	5-10	16	20	15	20	15	15	15	20	15	10	15	12	20	20	10	14	30	10	14	18	15	15	20	18	30	
		Grano 3/4 línea de leche	30-40																										
		Grano duro	10-25																										
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio	5-10																										9
		0.1 a 5 % de tierra	0-5	8	7	10	9	8	8	8	10	8	10	9	9	10	10	10	10	10	9	9	8	8	10	10	8	10	
		Más del 5 % de tierra	0																										
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado	15-25																										20
		Desagradable, rancio y pegajoso	5-10																										
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco	0	20	20	25	22	20	20	16	25	20	20	20	20	20	20	20	14	23	22	20	20	20	23	20	18	15	
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado	0																										
		Mohoso	0																										
			TOTAL																										64

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla 22. Ficha de evaluación del ensilaje de Carhuacahua (2).

SILO DE MAÍZ									MUESTRA Nº	4	
LABORATORIO 100 %	Acidez (pH)	3.63									
	Materia Seca (%)	37.10		PARAMETRO	PUNTAJE	PUNTOS	CRITERIO				
	Fibra Detergente Neutro	52.89		FDN	0-45	21.33	> 60 = 0	60 - 45 = 1 a 45	< 45 = 45		
	Fibra Detergente Acido	34.90		FDA	0-45	15.30	> 40 = 0	40 - 25 = 1 a 45	< 25 = 45		
	Proteina Bruta (%)	9.69		PB	0-10	7.38	< 6 = 0	6 - 11 = 1 a 10	> 11 = 10		
	Ceniza (%)	9.77		TOTAL		44.01					
	PUNTAJE	44.01							Descarte	% Ceniza	> 15 %
	DIG Estim	61.71								% MS	> 40 %
	CONS Estim	2.27								% MS	< 25 %
										pH	> 5
SENSORIAL 100 %	COLOR (25)	Amarillo verdoso a verde amarronado (bien fermentado)			15-25						
		Verde oliva parduzco a verde azulado (fermentación butí			5-10					PARTICIPACIÓN	PUNTOS
		Verde obscuro a negro (silo pútrido)			0	18			PUNTAJE DE LABORATORIO	65%	28.61
		Marrón obscuro (sobrecalentado)			0						
		Manchas blancas en silo marron o negro (enmohecido)			0						
	MADUREZ (40)	Estado vegetativo			0-5						
		Grano 1/2 línea de leche			5-10	17					
		Grano 3/4 línea de leche			30-40				PUNTAJE DE PARAMETROS SENSORIALES	35%	22.40
		Grano duro			10-25						
	MATERIAL EXTRAÑO (10)	Limpio			5-10						
		0.1 a 5 % de tierra			0-5	9					
		Más del 5 % de tierra			0						
	OLOR (25)	Agradable y puede ser levemente avinagrado			15-25				PUNTAJE TOTAL	51.01	
		Desagradable, rancio y pegajoso			5-10						
		Muy agresivo, a podrido, puede oler a amoníaco			0	20					
		Agradable y dulzón, acaramelado o atabacado			0						
		Mohoso			0						
					TOTAL	64					

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fotografía 1.Docentes y alumnos participando de la feria por el aniversario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia con exposición de ensilados de maíz forrajero y amiláceo de la zona.

Fotografía 2. Exposición del docente del curso de producción de bovinos para la evaluación de la calidad nutricional a través de la ficha.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fotografía 3. Estudiantes ejecutando la ficha de evaluación sensorial.

Fotografía 4.Toma de muestras de ensilajes para envío a laboratorio.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fotografía 5. Ensilado de la zona de Carhuacahua.

Fotografía 6. Ensilaje de la zona de Kerapata

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fotografía 7. Ensilaje de la zona de Soccoshuaycco.

Fotografía 8. Ensilaje de la zona de Soccoshuaycco.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ