

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “**Elaboración de silos de avena (*Avena sativa*) empleando tres tamaños de partícula (2, 4, y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza.**”

Tesis de grado previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Edisson Wladimir Villarreal Vizcaíno

ASESOR: Ing. Héctor Chuquin

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2013

Creado con



CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Edison Wladimir Villarreal Vizcaino con el número de cédula 040136997-0 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: *“Elaboración de silos de avena (Avena sativa) empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (Zea mays), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza.”*.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Héctor Chuquin

Tulcán, 08 de Julio del 2013

AUTORÍA DE TRABAJO.

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales

Yo, Edison Wladimir Villarreal Vizcaino con cédula de identidad número 040136997-0 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Edison Villarreal

Tulcán, 08 de Julio del 2013

ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.

Yo Edison Wladimir Villarreal Vizcaíno, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice. “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 08 de Julio del 2013

Edison Wladimir Villarreal Vizcaíno
CI 040136997-0



AGRADECIMIENTO.

El autor quiere expresar su agradecimiento a:

Dios porque gracias a Él, con su bendición, he podido lograr todas y cada una de las metas propuestas y uno como persona puede construir la historia o también MI PROPIA LEYENDA PERSONAL.

Mis padres Alfredo Villarreal y Blanca Vizcaino, porque gracias al apoyo incondicional y sobre todo su amor a cada uno de sus hijos nos han querido mirar en lo más alto del podio de nuestras vidas, gracias a sus enseñanzas en valores como el respeto, responsabilidad y sobre todo humildad en los triunfos, fortaleza en los fracasos y rebeldía en las derrotas para sobre todo seguir adelante.

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi con su principal autoridad Sr. Dr. Hugo Ruiz Enríquez rector. A la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario con su ex director de escuela Ing. Jorge Mina, junto con todo el grupo de mis catedráticos que con el objetivo de formar nuevos y buenos profesionales me han brindado sus conocimientos y su amistad.

Las personas que guiaron la elaboración de la presente investigación Ing. Fausto Montenegro Biometrista, que con su apoyo incondicional se logró terminar con éxito la investigación. A los ingenieros Santiago Gudiño y Héctor Chuquin quienes fueron mis asesores de este proyecto de tesis, por su dedicación y adecuados aportes técnicos se logró llevar al desarrollo y culminación de la presente investigación.

De la misma manera quiero agradecer a familiares, amigos y personas desconocidas para mí, que me apoyaron directa o indirectamente para concluir mi proyecto de tesis.

PARA TODOS ELLOS, GRACIAS MIL...

DEDICATORIA.

A Dios por todas las bendiciones que he recibido.

A mi trabajo desempeñado en la elaboración de este proyecto de tesis.

A mi padre por su fortaleza, a mi madre por su bondad.

A mi hermana Nancy, por su apoyo y compañerismo.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
AUTORÍA DE TRABAJO.	ii
ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.	iii
AGRADECIMIENTO.	iv
DEDICATORIA.	v
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRAFICOS	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
UCHILLAYACHISHKA YUYAYKUNA	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
I. EL PROBLEMA.....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN.	- 2 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.	- 3 -
1.5. OBJETIVOS.	- 4 -
1.5.1 Objetivo General.	- 4 -
1.5.2 Objetivos Específicos.	- 4 -
II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	- 6 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 6 -

2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 7 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 8 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	- 9 -
2.3.1. Avena.....	- 9 -
2.3.2. Maíz.....	- 13 -
2.3.3. Melaza.....	- 16 -
2.3.4. Ensilado de pastos.....	- 18 -
2.4. HIPÓTESIS.....	- 23 -
2.5. VARIABLES.....	- 23 -
2.5.1. Variable independiente.....	- 23 -
2.5.2. Variables dependientes.....	- 25 -
III.METODOLOGÍA.....	- 28 -
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 28 -
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 28 -
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 28 -
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	- 29 -
3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 30 -
3.5.1. Datos para análisis estadístico.....	- 31 -
3.5.2. Variables en estudio.....	- 31 -
3.5.3. Manejo específico del ensayo.....	- 31 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	- 42 -
3.6.1. Análisis de resultados.....	- 42 -
3.6.2. Verificación de hipótesis.....	- 57 -

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... - 58 -
 4.1. CONCLUSIONES..... - 58 -
 4.2. RECOMENDACIONES. - 59 -
V. PRESUPUESTOS - 60 -
VI. BIBLIOGRAFÍA..... - 63 -
TRABAJOS CITADOS - 63 -
VII. ANEXOS..... - 66 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación científica de la avena	- 10 -
Tabla 2: Composición del grano de avena en porcentaje	- 12 -
Tabla 3: Composición de la paja de avena en porcentaje	- 12 -
Tabla 4: Clasificación científica del maíz.	- 14 -
Tabla 5: Composición de una planta de maíz.	- 16 -
Tabla 6 : Promedios en porcentajes de los tipos de melaza.	- 17 -
Tabla 7: Valores de pH de acuerdo al contenido de materia seca.....	- 22 -
Tabla 8: Valores adecuados para grados brix	- 22 -
Tabla 9: Interacción de los tratamientos	- 24 -
Tabla 10: Operacionalización de variables.	- 29 -
Tabla 11: Plan de recolección de información de variables.	- 30 -
Tabla 12 Esquema de análisis estadístico	- 31 -
Tabla 13: Valores obtenidos de pH en la lectura a los 45 días	- 43 -
Tabla 14: Coeficiente de variación para pH	- 44 -
Tabla 15: Análisis de la varianza para pH.....	- 44 -
Tabla 16 : Prueba de significación de pH mediante TUKEY en tamaño	- 45 -
Tabla 17: Prueba de significación de pH mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.	- 45 -
Tabla 18: Valores obtenidos de grados Brix en la lectura a los 45 días.....	- 45 -
Tabla 19: Coeficiente de variación para Grados Brix.....	- 46 -
Tabla 20: Análisis de la Varianza para grados Brix.....	- 46 -

Tabla 21: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en tamaño . -	47 -
Tabla 22: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.	- 47 -
Tabla 23: Valores obtenidos de Materia seca en la lectura a los 45 días expresado en %	- 48 -
Tabla 24: Coeficiente de variación para materia seca	- 48 -
Tabla 25: Análisis de la Varianza para Materia seca.	- 49 -
Tabla 26: Prueba de significación de Materia Seca (MS) mediante TUKEY en tamaño de partícula.	- 49 -
Tabla 27: Prueba de significación de Materia Seca (MS) mediante TUKEY en extracto de caña de	maíz- 49 -
Tabla 28: Valores obtenidos del porcentaje de Humedad en la lectura a los 45 días	- 50 -
Tabla 29: Coeficiente de variación para porcentaje de Humedad.	- 50 -
Tabla 30: Análisis de la Varianza para porcentaje de Humedad.....	- 51 -
Tabla 31: Prueba de significación de % Humedad (%H) mediante TUKEY en tamaño de partícula.	- 51 -
Tabla 32: Prueba de significación de % Humedad (%H) mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.....	- 51 -
Tabla 33: Comparación de resultados bromatológicos entre materia prima (avena) y pasto ensilado.....	- 52 -
Tabla 34: Parámetros de calidad de silo	- 53 -
Tabla 35: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos	- 54 -
Tabla 36: Costo de producción para T2 de silaje de avena	- 55 -
Tabla 37: Costo de producción para T3 de silaje de avena	- 56 -

Tabla 38: Costo de producción para T10 de silaje de avena	- 57 -
Tabla 39: Presupuesto de la presente investigación.....	- 60 -
Tabla 40: Diagrama de actividades.....	- 61 -

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Referencia del lugar de investigación.....	- 2 -
Grafico 2: Cultivo de avena.....	- 9 -
Grafico 3: Cultivo de maíz.....	- 14 -
Grafico 4: Corte de avena.....	- 34 -
Grafico 5: Obtención del extracto de caña de maíz en un trapiche.....	- 34 -
Grafico 6: Recolección del extracto en un recipiente	- 35 -
Grafico 7: Recepción de la materia prima	- 36 -
Grafico 8: Deshidratación en campo de la avena cortada	- 37 -
Grafico 9: Picado de materia prima.....	- 38 -
Grafico 10: Picado de materia prima.....	- 38 -
Grafico 11: Llenado del pasto picado en fundas plásticas	- 39 -
Grafico 12: Pesado de las unidades experimentales	- 40 -
Grafico 13: Compactación en cada capa del silaje	- 40 -
Grafico 14: Sellado del silo	- 42 -
Grafico 15: Comparación de datos de materia prima y ensilaje de pasto	- 53 -

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Calibración del pH-metro	- 66 -
Anexo B: Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas.	- 67 -
Anexo C: Análisis bromatológico de materia prima (avena a ser ensilada). .	- 70 -
Anexo D: Código de Práctica Ecuatoriano para silos cilíndricos de metal para almacenamiento de granos forrajeros CPE- INEN.....	- 71 -
ANEXO E: Análisis bromatológico del silaje de avena T2	- 81 -
ANEXO F: Análisis bromatológico del silaje de avena T3.....	- 82 -
ANEXO G: Análisis bromatológico del silaje de avena Testigo	- 83 -

RESUMEN EJECUTIVO

Con la finalidad de contribuir al desarrollo de los productores pecuarios, esta investigación se la elaboró para darle un mejor aprovechamiento a la avena forrajera en áreas de producción preestablecidas, como una alternativa de conservación de pastos.

El proceso tecnológico de la presente investigación inició con la recolección de la materia prima, que fue sometida a una fase de deshidratación por un periodo de 24 horas para evacuar la excesiva humedad presente en la avena, a fin de continuar con el proceso de picado, llenado y sellado para obtener la fermentación anaerobia. Al término de 45 días de proceso de fermentación se procedió a abrir los silos, tomar los datos y se obtuvo un producto con características ideales de un buen solaje.

Para la medición estadística de las variables en estudio se establecieron nueve tratamientos además del testigo con cuatro repeticiones cada uno. Se adecuó el área de investigación que fue dentro de laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, que brindó las condiciones óptimas para el desarrollo de la presente investigación, y se optó por aplicar un diseño completamente al azar (D.C.A), donde el factor A representó el tamaño de partícula de avena, con tres niveles y el factor B fue el porcentaje de extracto de caña de maíz, con tres niveles; y se determinó una interacción de factores A*B, validando la investigación con la prueba de Tukey al 5%.

Los resultados obtenidos de la presente investigación nos determinan que los factores de interacción A*B presentan relevancia estadística significativa, por lo que los niveles de tamaño de partícula y porcentaje de extracto de caña de maíz influye en la calidad de un ensilaje.

ABSTRACT.

In order to contribute to the development of livestock producers, this research is the elaboration to give it a better use of forage oats pre-established areas, as an alternative conservation pasture.

The technological process of this research started with the collection of raw material, which was subjected to a dehydration phase for a period of 24 hours to evacuate the excess moisture present in the oat. Next, it was carried out the grinding process. Then, the filling and sealing in order to obtain the anaerobic fermentation. At the end of the fermentation process the silos were opened, the data was collected and it was obtained a product with good silage characteristics.

For the statistical measurement of the studied variables they were established nine treatments as well as the witness with four repetitions each. It was adjusted the research area that was carried out in the lab which provided the optimal conditions for the development of this research. Moreover, it was chosen to implement a completely randomized design (D.C.A), in which the A factor represented the particle size of oat, with three levels; and B factor was the percentage of corn cane extract, with three levels, it obeyed an interplay of factors A*B, which validates the research with the Tukey test at 5%.

To sum up, the results obtained of the present research determine that the A*B interplay factors represent a meaningful statistical relevance so that the levels of particle size and the percentage of corn cane extracts influence in obtaining a different silage.

KEYS WORDS: oat, silage, extract

UCHILLAYACHISHKA YUYAYKUNA

Wiwakunata wiñachishpa mirachishpa llamkak taytakunata yanapana yuyaywan, kay taripaytaka shuk alli ñantashinami wiwakunapa alli mikuyta rikuchin, ashtawankarin avena tarpushka yurakunata alli wakaychishpa, shinallata muyunti alli sankashpa miraklla charina yuyaywan, ama muyuntipi kawsak sachakunaman yankata kutin yaykushpa waklichichun munaymantami rurashkanchik, chay hawa ñawpa kawsaypi rikushpaka kay sachá.

Kay kati taripay pakchiruraytaka, mutsurishka ukkuta tantachishpara kallarikanchik, chaytaka 24 pachakunatami chakichishpara kallarikanchik, avena murupi shutulla anchurichun munaymanta, chaypa hipaka chachayachina nishkawan katinkapak, shinashpaka huntachishpa, wichashpa, kipishpa, sakashpa samaypash illakta pukuchishkata chaskinkapak. Kay pukuchina pacha chayakpika, kipishka allichishtaka paskaytami kallarikanchik, imashina llukshishkata killkashpa hapirkanchik, shinashpami sumak rurashka muruta chaskirkanchik.

Imashina llukshikta rikunkapa, killkashka yachaykunata tupunkapaka, iskun kutin ruray rikuchita, ashtawan shuk (testigo) willachiktapash chusku kutin rurayrikuchiwan paktachirkanchik. Taripak ukutapash alliyachirkanchik, maypimi taripayta rurak ukupipacha kay taripayta paktachirkanchik; shinallata chaypimi (D.C.A.) yankata paktachik rurayta hapirkanchik, maypimi Factor A imashina avena muru kakta rikuchirka, kimsaniki patakunapi; shinallata Factor B nishkaka asha yurak sarata hapishkatami rikuchin, kimsaniki patawanllata; chaypimi ishkantik factor A*B rantimanta chapurirka, kay taripaytaka 5% Tukey nishka taripaywanmi ari nishkanchik.

Kay tukuylla taripayta paktachishka rurashkamantaka, Factor A*B chapuriyka killkaypika mana sumak kak rikurinchu, avena muruta rikushpa, shinallata asha yurak sara churashkata rikushpaka, allichishkapika mana imapash rurayrikuchikunapi sumak tukushkataka rikunchikchu.

Vocabulario = Mushuk shimikuna

Alli mikuy = nutrición

Pakchiyachay, pakchiruray = tecnología

Mana samayta mutsushpa kawsak = anaerobia

Murukunata satishpa imapash ukupi alli wichashpa allichina = solaje

INTRODUCCIÓN

Los pilares de desarrollo a tomar en cuenta en una explotación ganadera son: raza, alimentación y nutrición, reproducción, sanidad, infraestructura, registros entre otros.

La provincia del Carchi se ha caracterizado por ser agrícola ganadera, por lo tanto la presente investigación se la realizó para ayudar a los productores pecuarios a ser más eficientes en la producción a un menor costo reduciendo significativamente el impacto ambiental.

Por lo tanto la presente investigación “Elaboración de silos de avena (*Avena sativa*) empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza” se la realizó con la finalidad de brindar alternativas de conservación de forraje para que los productores pecuarios puedan dotar de alimento nutritivo a los animales durante la época de escases de pasto o forraje previniendo de esta manera la disminución de alimento que generalmente se da por la falta de lluvias o riegos, volumen de pasto que si no es suplido eficazmente provocaría una fuerte caída en la producción bovina.

La posibilidad de conservación de forrajes mediante el proceso de ensilaje es una buena alternativa para el desarrollo pecuario en la provincia, debido a que su proceso de construcción y metodología de obtención de silaje es sumamente fácil que se puede aplicar en grandes ganaderías y en fincas pequeñas, considerándose a esta actividad como una alternativa que mejorará la eficiencia de las haciendas, manteniendo o incrementando significativamente sus utilidades. El presente estudio nos permitió determinar que tanto los sustratos como el tamaño de la partícula en esta investigación no son factores de influencia significativa en la obtención de un producto ensilado de calidad, ya que todos los tratamientos realizados arrojaron resultados que determinaron que el producto obtenido es un silaje con características nutricionales adecuadas para alimentación bovina.

I. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La mala administración o falta de planificación acompañada de la influencia del cambio climático hace que las explotaciones pecuarias no tengan alimento para todo el año, y Ecuador no es la excepción, pese a poseer diferentes pisos altitudinales, la escases de forraje para alimentación de la ganadería es evidente por no contar con alternativas para la conservación de forrajes.

La provincia del Carchi, según el IV censo agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), en el año de 2011, existen 25149 Hectáreas con pastos cultivados, a pesar de esto, la gran mayoría de productores de la zona no cuentan con un programa de conservación de forraje, descuidando así la alimentación de la ganadería que influye en la producción, reproducción y sobre todo en la salud del animal por lo que los rendimientos económicos de la mayoría de los productores son bajos.

Las actividades agropecuarias son afectadas por una gran variedad de impactos ambientales, la provincia del Carchi no es la excepción. Por lo que es evidente observar sobre todo en explotaciones pecuarias pequeñas la escasa capacitación técnica por parte de instituciones públicas o privadas que fomenten prácticas de conservación de forraje, provocando que no se lleve adelante una buena explotación de los recursos: naturales, económicos, etc., provocando que disminuye las posibilidades de desarrollo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿De qué manera influye la escasa investigación científica en la conservación de forrajes y en prácticas encaminadas a mejorar la falta de alimento para la ganadería de los pequeños y medianos productores pecuarios?

1.3. DELIMITACIÓN.

La presente investigación se realizó en la provincia del Carchi, cantón Tulcán parroquia Tulcán, en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicados a 2950 msnm con una temperatura promedio de 12.1°C. De la misma manera, la presente investigación se realizó de manera práctica hasta la elaboración de silos en fundas plásticas con un peso aproximado de 3 kg, y la interacción de las dos variables en estudio, el tamaño de partícula y el porcentaje del extracto de maíz, pero la presente investigación no está encaminada a la evaluación del producto terminado en ninguna especie animal.

Grafico 1: Referencia del lugar de investigación



Foto tomada por (Villarreal, 2012)

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Mediante la presente investigación; “Elaboración de silos de avena (*Avena sativa*), empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza”, se pretende brindar alternativas de conservación de forraje para mantener la alimentación de la ganadería durante todo el año. De la misma manera se detiene el excesivo avance de la frontera agrícola y así se da cumplimiento al Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo cuatro que manifiesta “GARANTIZAR LOS DERECHOS DE LA NATURALEZA Y PROMOVER UN AMBIENTE SANO Y SUSTENTABLE” por lo que en la presente investigación se involucró con este objetivo.

La realización de la presente investigación, pretende dinamizar la economía de los sectores rurales de la provincia, específicamente en el cantón Tulcán, dedicados a la producción agrícola y pecuaria; que son las principales fuentes de ingresos económicos en el sector, por cuanto el impacto que la presente investigación plasmará, será de manera positiva principalmente en el desarrollo socioeconómico, al facilitar la implementación de explotaciones pecuarias garantizando el alimento para la ganadería de cada granja o finca durante todo el año.

Los productores pecuarios se verán beneficiados a más de la dinamización de la economía, con la implementación de técnicas de conservación de forrajes en época de abundancia, a su vez con la técnica de ensilaje se puede reducir los costos y aumentar la eficiencia de los recursos.

Es esencial resaltar que los resultados de la presente investigación se transfieren por medio de publicaciones en la página web de la institución, para que cuenten las personas interesadas con una herramienta encaminada a realizar alternativas de conservación de forraje principalmente para sustituir la melaza, con el extracto de caña de maíz, y de esta manera, utilizar la caña que es un sub producto después de realizar la cosecha en

este cultivo; de igual forma, podrán hacer usos de los datos en la elaboración de silos de avena con extracto de maíz, en particular a las zonas de influencia de la investigación.

Esta investigación no presentará impactos ambientales negativos considerables, por el contrario, con el presente estudio se pretende concienciar a las personas para poner en práctica diferentes técnicas de elaboración de ensilaje para la ganadería con la finalidad de minimizar el excesivo pastoreo o sobre pastoreo, que es una de las causas para que se realice la erosión de tierras, la lixiviación de minerales y ausencia de materia orgánica, por otro lado, es menester resaltar que el impacto ambiental con el desarrollo de esta investigación se reduce, por estar trabajando con materia prima completamente biodegradable para obtener el extracto y con menos espacio de cultivo de avena por qué se puede aprovechar toda la planta, y todo lo antes mencionado para mantener una armonía entre el hombre y la naturaleza para seguir conservando el recurso suelo como un ser vivo.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General.

Elaborar silos de avena (*Avena sativa*), empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza.

1.5.2 Objetivos Específicos.

1.5.2.1 Fundamentar bibliográficamente las variables de la presente investigación.

- 1.5.2.2 Evaluar la influencia del porcentaje de extracto de caña de maíz y tamaño de la partícula en la calidad del silo de avena.
- 1.5.2.3 Caracterizar mediante análisis bromatológico el mejor tratamiento.
- 1.5.2.4 Realizar costos de producción del mejor tratamiento.

II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

El silaje puede definirse como pasto fermentado, y es un método muy antiguo de la conservación de alimentos. El silaje junto con el pastoreo y la henificación constituyen los tres métodos comunes de utilización de los forrajes. (Orozco, 2006) Mediante la utilización de técnica de ensilaje se puede tener suficiente alimento y de esta manera se puede minimizar la relación costo-beneficio en las explotaciones agropecuarias.

Según Veliz, M, en el 2006, investigo sobre diferentes alternativas de ensilaje para la alimentación de bovinos con cascara da gandul, en esta investigación se concluyó que se puede convertir sub-productos agrícolas en una importante reserva de forraje para los bovinos y a través de este reciclar los nutrientes, para que vuelvan al suelo, tomando en cuenta que la cascara de gandul aporta el 6% de proteína bruta en base seca y un contenido de fibra de 36.24 de la misma ayuda a la eliminación del problema de contaminación ambiental producida por la falta de manejo de sub-productos industriales.

En Junio del 2007 en Riobamba, Marco Estuardo Huaraca investigo sobre el efecto sobre el ensilaje de pasto avena con diferentes niveles de contenido ruminal, de la que se concluyó que la utilización de contenido ruminal en bajos niveles (20%), se obtuvo mejores resultados sobre la fermentación del silo.

Se elabora el ensilaje del sobrante de forraje producido durante el periodo de lluvias, para su uso posterior como alimento durante los meses de escasez, además, ofrece la ventaja de retener una proporción más alta de nutrientes que otra técnica de conservación (Gallardo, 2003)

En su boletín informativo Meneses, M, en Costa Rica menciona que, el proceso de ensilaje comprende los cambios que ocurren cuando el forraje verde es almacenado en el silo, por lo que el conocimiento del proceso de fermentación completa abarca entre 4 y 6 semanas periodo durante el cual se llevan a cabo actividades aeróbicas (con oxígeno) y anaeróbicas (sin oxígeno), donde se

producen diferentes sustancias en especial son ácido láctico, acético y butírico siendo el primero más deseado por influir en la calidad del silaje.

2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

En el REGLAMENTO PARA TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE TESIS, GRADUACIÓN, TITULACIÓN E INCORPORACIÓN del Título I en el Capítulo II del marco legal en el Art. Dos manifiesta: Art. 2. OBLIGATORIEDAD DE LA TESIS. Para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado conducente a una propuesta para resolver un problema o situación práctica, en referencia a los artículos 80 literal e) y 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior – LOES.

Tomando en cuenta la actual Constitución, los elementos de la naturaleza eran vistos únicamente como recursos supeditados a la explotación humana. Por consiguiente, eran valorados desde el punto de vista estrictamente económico. La Carta Magna da un giro radical en este ámbito, por lo que se entenderá el concepto de garantía de derechos de la naturaleza señalada en este objetivo en el marco del Capítulo II, Título VII, del Régimen del Buen Vivir de la Constitución de la República, que específicamente en los artículos 71, 72 y 73 nos manifiesta lo siguiente:

Artículo 71.- Menciona que la naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales

Artículo 72.- Expresa que la Naturaleza tiene derecho a la restauración y que esta restauración, ya sea el Estado, personas naturales o jurídicas deberán indemnizar a los sistemas ambientales que se vean afectados.

Artículo 73.- Se indica que el Estado aplicara medidas de precaución y restricción para las que puedan llevar a la degradación de los ecosistemas o los sistemas naturales.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

Según Teofrasto, discípulo de Aristóteles y considerado el padre de la Botánica, legó dos obras literarias donde toma a las plantas como base a la alimentación animal y humana, que es alimentado por las plantas que componen el forraje y su conservación casi siempre a través de la desecación, procesadas para su conservación. (Pier, 2011)

El silaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda, a diferencia de la henificación (fardo o rollo), donde la conservación del material se produce a partir de una deshidratación previa, creando un ambiente óptimo para el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (M.O.), en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). En estos procesos de elaboración de silos se producen pérdidas (de efluentes, escurrimiento de líquidos-, destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS), entre otros componentes); por ello y en la medida que estas fases químicas y biológicas, se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el momento oportuno, tamaño del picado adecuado, corta-picado y compactación rápida, sellado hermético del silaje, etc.), se puede obtener un material ensilado cuya calidad nutricional es ligeramente inferior al cultivo verde antes de ensilar. Es importante aclarar que no existe ningún tipo de conservación que mejore la calidad del forraje verde original, de ahí, la importancia de cuidar todo el proceso enzimático-fermentativo con el objetivo de alcanzar un silaje de alta calidad. (Rodríguez, 2011)

Para la obtención de un silaje de calidad, influyen algunos factores nombrados en el párrafo anterior, pero es menester resaltar la importancia de la fuente que proporcione los carbohidratos solubles, para efecto de esta investigación basándose en investigaciones anteriores donde además de la melaza, se han empleado otras fuentes de carbohidratos solubles como el maíz, soya entre otras. Reportándose excelente resultados en silos a base de maíz, aportando energía especialmente a los sistemas agropecuarios de producción lechera. (Villarreal, 2012)

2.3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.3.1. *Avena (Avena sativa sp.)* La avena es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), utilizada como alimento y utiliza fundamentalmente como forraje fresco, para la alimentación de bovinos de carne y leche. De la misma manera, Palomino en su Manual de cultivo de avena menciona que es una planta muy resistente a sequias y su tiempo fenológica es de 90 a 120 días para posteriormente estar lista para ser cosechada. (Watson, 2011)

Grafico 2: Cultivo de avena



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

La avena (*Avena sativa*) en estadios fenológicos como la floración y la formación de grano presenta, sensibilidad a altas temperaturas por lo que requiere épocas lluviosas para su mejor desarrollo. En necesidades de suelo es una planta muy rústica pues se adapta a terrenos muy diversos, pero prefiere suelos profundos con una textura arcillo-arenosa, ricos en cal pero sin exceso y de buena retención de humedad, pero sin estancamiento. La avena se adapta a un pH de 5 a 7, por lo tanto se prefiere sembrar este cultivo en rastrojos, principalmente de papa o suelos muy bien roturados. (Infoagroavena, 2010)

2.3.1.1. Clasificación científica

La clasificación científica de la avena se presenta en la tabla #1

Tabla 1: Clasificación científica de la avena

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Genero	Avena
N. científico	<i>Avena sativa, strigosa</i> Schreb

Fuente <http://chapingo.mx.tripod.com/avena/raizcomp.html>

2.3.1.2. Descripción botánica

Hojas: las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados. (Watson, 2011)

Inflorescencia: La inflorescencia de la planta de avena es una panícula o panoja más bien abierta, suelta y de tipo compuesta; presenta un eje principal o raquis central frágil, y ejes o raquis secundarios que corresponden a ramas provenientes del eje principal. (Wiersema, 2007)

Fruto: En este caso sería fruto o semilla mismo que es de color café claro, alargada y con la presencia de un canal.

Tallos: Tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos. (Arias, 2008)

Raíces: El sistema radicular según (Watson, 2011) manifiesta que presenta un sistema primario de raíces mismas que son las encargadas de la supervivencia de la semilla para posteriormente con el desarrollo fenológico radicular se desarrolla las raíces adventicias y seminales, por lo que las raíces son las primeras en formarse y son las que permiten una buena adición de la planta al suelo y resistir el corte o pastoreo.

Según diferentes fuentes bibliográficas entre ellas Arias 2008 e Infoagro 2009 coinciden que las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan remotas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios.

Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.

2.3.1.3. Valor nutricional

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo.

Tabla 2: Composición del grano de avena en porcentaje

Composición del grano de avena en 100 g de sustancia	
Hidratos de carbono	58.2
Agua	13.3
Celulosa	10.3
Proteínas	10.0
Materia grasa	4.8
Materias minerales	3.1

Fuente: (Watson, 2011)

Tabla 3: Composición de la paja de avena en porcentaje

Composición de la paja de avena en 100 g de sustancia	
Celulosa	41.2
Materia no nitrogenada	35.6
Agua	14.3
Materias minerales	4.4
Proteínas	2.5

Fuente (Watson, 2011)

2.3.1.4. Labores Culturales

Siembra: La siembra de avena en nuestra zona por lo general se la realiza a voleo por ello es recomendable realizarlo de manera uniforme por ser la semilla muy liviana y no puede cubrir el área que se desea, la cantidad de semilla utilizada puede ser de 90 a 150 kg/ha (Guerrero, 2008)

Abonado: Debido a que el sistema radicular de la avena es más profundo y desarrollado que el del trigo y la cebada, le permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por tanto requiere menos aportes de fertilizantes. La avena como ya se ha mencionado por su sistema radicular absorbe muy bien los nutrientes y por ser una planta principalmente para la producción de forraje se debe aportar con más nitrógeno.

Usos: Se emplea principalmente en la alimentación del ganado, aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno o ensilado, sola o con leguminosas forrajeras. La paja de avena está considerada como muy buena para el ganado. El grano de Avena es un magnífico forraje para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. (Rojas, 2007)

2.3.2. Maíz (*Zea mays*) es una gramínea caracterizada por poseer tallos en forma de caña, aunque macizos en su interior a referencia del resto de miembros de su familia que los tienen huecos. Destacada principalmente por su inflorescencia femenina llamada mazorca, en donde se encuentran las semillas agrupadas a lo largo de un eje, de esta planta existen muchas variedades de maíz, pero todas ellas proceden de la especie silvestre *Zesdsptoperennis* que es originaria en México. Esta especie es muy semejante a las actuales variedades si bien presenta mazorcas más pequeñas y con menos granos. (Botanical, 2008)

El maíz se adapta desde los 8°C hasta 30°C, pero al sobrepasar estas temperaturas empieza a tener graves problemas como disminución en la capacidad de absorción de nutrientes y agua, afectando principalmente la formación del fruto y de igual manera baja considerablemente el rendimiento del cultivo en obtención de forraje.

Grafico 3: Cultivo de maíz



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero prefiere suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular. (Infoagromaiz, 2008)

Clasificación científica

En la tabla #4 se presenta la clasificación científica según Carl Von Linné quien fue uno de los principales naturalistas, científico botánicos que clasifico científicamente muchas especies de plantas entre ellas el maíz.

Tabla 4: Clasificación científica del maíz.

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta

Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	Zea
N. científico	<i>Zea mays</i>

Fuente: (Botanical, 2008)

Según Primo 1987 citado por Romel Pier 2011 manifiesta que el maíz es usado en diversas formas. Se obtiene harinas de maíz aceite de germen, productos para desayuno y conservas de maíz dulce. Además, el maíz se utiliza en la industria de almidón, jarabes de glucosa y bebidas alcohólicas. Actualmente la generación de valor agregado para los productores representa una buena alternativa para mejorar la producción y productividad. En el caso del maíz, existen dedicadas a la producción de conservas, como babycorn (choclitos enlatados), chulpi tostado refrescos, etc. De otros tipos de maíz, como el morado y el negro, se extraen pigmentos para la elaboración de colorantes y saborizantes orgánicos. Así también como la preparación de alimentos concentrados para la crianza de aves menores.

Del cultivo del maíz se puede mencionar diferentes características como por ejemplo produce una gran cantidad de biomasa, de la cual el hombre cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros. La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (cañas, hojas, chalas y mazorcas), fluctúa entre 20 a 35 toneladas por hectárea y en el maíz de choclo (cañas y hojas) varía entre 16 a 25 toneladas por hectárea. La proporción entre los componentes del residuo depende principalmente de la variedad, nivel de fertilización y tipo de cultivar. (Vet-uy, 2010)

Composición química del maíz

La composición química del maíz se la puede en una media se puede estimar los valores expresados en la tabla #5 según (ICA INIAP, 2009)

Tabla 5: Composición de una planta de maíz.

Componente	Porcentaje %
Agua	13.5
Proteína	10.2
Grasa	4.7
Carbohidratos	81.1
Fibra	2.3
Cenizas	1.7

Fuente (ICA INIAP, 2009)

2.3.3. Melaza: La melaza de caña de azúcar o miel de caña es el residuo que no cristaliza en el proceso de obtención del azúcar refinado. Se utiliza principalmente en la industria alcoholera y como alimento de ganado. La melaza forma parte del grupo de alimentos clasificados como energéticos junto con los cereales y sus subproductos, los tubérculos, las semillas de oleaginosas completas, las grasas y aceites, ya que su principal característica es contener un alto nivel de energía aprovechable por el ganado y en la alimentación de los animales rumiantes como el ovino, complementan a los forrajes y a los alimentos proteicos. (Rojas, 2007)

2.3.3.1. Proceso de obtención de melaza

El proceso de obtención de melaza se inicia con la circulación de la masa en los tachos, el cual origina un calentamiento al pasar por la superficie del calefacción para continuar en la centrifuga. Cuando la concentración de la meladura que viene de los evaporadores se continua en los tachos, cuando la masa cocida “cristalizó” y “creció” y cuando esta masa ha pasado a las centrifugas, el azúcar queda

atrapado en la canasta y el licor madre pasa a través de la tela. La primera masa cocida obtenida a partir de la meladura, se denomina masa cocida A, luego de centrifugar el licor se llama miel A y el azúcar atrapado, Azúcar A. Sin embargo, estas mieles primeras tienen todavía una alta proporción de azúcar cristalizante. Por esta razón se conservan aparte y se usan por ejemplo para crecer masas cocidas posteriores o pies de Templas. A la masa cocida que se obtiene de esta manera se llama masa cocida B y luego de centrifugar se obtiene miel B y azúcar B. (Gudino S. , 2011)

Tabla 6 : Promedios en porcentajes de los tipos de melaza.

Tipos de miel	Sacarosa	Azúcares Totales	Azúcares Reductores
Melaza A	68	60	40
Melaza B	57	50	50
Melaza final	47	40	60
Melaza de gran calidad	78	30	70
Azúcar bruto	99	98	1

Fuente (ProduccionBovina, 2010)

Varios autores manifiestan que para los rumiantes y demás animales que se les suministra melaza no identifican la calidad o la palatabilidad, pero si tiene una mínima repercusión en la ganancia de peso a los diferentes tipos de melaza por la misma composición química.

2.3.3.2. Características de la melaza

- Contiene 2.7 Mcal de Energía Metabolizable (EM) base seca que representa, aproximadamente el 83% de la del sorgo grano, cereal de referencia de uso pecuario. La melaza es rica en azúcares solubles, de fácil fermentación.
- Su contenido de proteína cruda es bajo: alrededor de 4%

- Es rica en minerales, por lo que altos consumos o niveles en la dieta suaviza la consistencia del estiércol y hasta puede producir diarrea mecánica, es decir, no infecciosa.
- Es un líquido denso. Requiere infraestructura particular para su transporte, almacenamiento e incorporación a los alimentos secos.
- Atrae a las moscas y forma costras en el equipo e implementos que se usan para su manejo y mezclado.

La melaza de caña es un recurso alimenticio disponible en las zonas cañeras y más precisamente en los ingenios azucareros, que tiene una amplia gama de usos en la alimentación del ganado pero que requiere un manejo diferente a los alimentos secos.

2.3.3.3. Usos de la melaza

- Como saborizante y aglutinante.
- Como aditivo favorecedor de la fermentación (ensilaje) de forrajes
- Como suplementos energético-proteicos simples.
- Incorporada a forrajes “enmalezados”.
- Como suplementos energético-proteicos en bloques sólidos.
- En dietas integrales humanas.

2.3.4. Ensilado de pastos.

Según (Prado, 2006) define al proceso de ensilaje como todo material vegetal húmedo conservado por fermentación o por acidificación directa, utilizando aditivos ácidos (orgánicos e inorgánicos). El ensilaje por fermentación es un proceso natural donde la intervención de los microorganismos presentes en la masa ensilada crea un nivel de acidez tal, producto de su propio metabolismo, que impide que otros microorganismos puedan descomponer o podrir el forraje.

De la misma manera el ensilaje permite que la hierba tierna, rica en proteínas, se conserve en estado succulento con su máximo valor alimenticio, sin que su ingestión pueda tener una influencia perniciosa sobre el crecimiento y la salud de los animales. Afortunadamente, en este método de conservación la pérdida de valor alimenticio es muy pequeña, y aunque el ensilaje no es un proceso tan eficaz como la deshidratación artificial, lo es bastante más que la henificación natural, debido a que aún bajo buenas condiciones de henificación la planta pierde más nutrientes que cuando es ensilada. (Muhlbach, 2001)

El objetivo perseguido cuando se realiza el ensilaje es conseguir dentro de la masa ensilada una concentración suficiente de ácido láctico, producido como resultado de la presencia de microorganismos en la cosecha segada, para inhibir otras formas de actividad microbiana y conservar de este modo el producto hasta el momento en que sea necesario su uso, por lo que la finalidad del ensilaje es poder alimentar al ganado en la época de sequía; cuando la producción de forraje natural disminuye, éste se realiza en la época contraria, es decir cuando abundan los pastos en el momento en que el crecimiento resulta óptimo y cuando el valor nutritivo es más elevado. (Piguave, 2006)

En las investigaciones realizadas sobre pérdidas de nutrientes se ha tratado de evaluar la eficiencia del ensilaje como proceso de conservación de los principios nutritivos. Dentro de este criterio, las simples comparaciones entre la composición química del ensilaje y la planta al natural sería de poca utilidad, debido a las transformaciones químicas que ocurren durante el proceso de ensilaje; por este motivo son más utilizados los métodos que permiten una estimación cuantitativa de las pérdidas de la materia seca o de un determinado nutriente. (Dijkstra, 1999)

La identificación de las fermentaciones que ocurren durante el proceso del ensilaje también se considera de gran importancia en la evaluación

del producto. Generalmente la composición de ácidos orgánicos, pH y contenido de nitrógeno amoniacal son los parámetros más utilizados para la evaluación de la eficiencia del proceso de ensilaje y del valor nutritivo del producto fermentado, dado que son un reflejo de las fermentaciones ocurridas en el silo. (Barnett, 2001)

En estudios sobre la fermentación de los ensilados a nivel de laboratorio se usan generalmente silos de pequeño tamaño, lo cual permite el uso de reducidas cantidades de forraje permitiendo una mejor homogenización de los tratamientos y la aplicación de cualquier diseño estadístico y de tantas repeticiones como fuere necesario de acuerdo al tipo de trabajo a realizar. Un gran número de trabajos experimentales han demostrado que la capacidad del silo no afecta el proceso de ensilaje, no habiéndose encontrado diferencia de calidad entre un silo de campo y un micro silo a nivel de laboratorio. (Orozco, 2006)

2.3.4.1. Tipos de ensilados

Existen diferentes tipos de ensilados, a saber tenemos:

- Silo parva
- Silo zanja o trinchera
- Silo canadiense
- Silo en bolsas

Los anteriores métodos de ensilado poseen cada uno su propia metodología de elaboración, ya sea esta de menor tamaño y bajo precio, pero cualquiera que sea el silo elaborado debe considerarse que el ensilaje obtenido por la fermentación sea obtenido sin la presencia de aire, por lo tanto, debe asegurarnos una buena compactación del forraje y bloquear la entrada de aire y aguas lluvias.

2.3.4.2. Fases en la fermentación del ensilado

La fermentación del ensilado se puede dividir en cinco partes:

Primera fase empieza cuando el forraje es colocado en el silo e incluye la respiración final de las células vegetales con producción de calor y dióxido de carbono. Esta fase tiene gran significado en el desarrollo futuro del ensilado, ya que el calor producido determina si se establecerá una temperatura óptima, y si el dióxido de carbono producido reducirá o no la cantidad de oxígeno dando condiciones anaeróbicas para las bacterias lácteas. De la misma manera la fase dos también es importante, pues marca el final de la acción de las células y el principio de la producción de ácido

En la fase tres es la producción de ácido, actúa principalmente para disminuir el pH lo suficiente e impedir así crecimiento de aquellas bacterias que, de otro modo, podrían dar a compuestos indeseables. Como las bacterias de ácido acético no toleran un pH bajo, su número disminuye rápidamente las bacterias lácticas empiezan a proliferar. Los primeros días también ocurre el asentamiento del forraje en el silo, aumenta aceleradamente la salida relativa de jugos en el ensilado y alcanza su máximo entre el cuarto y el quinto día.

La fase cuatro se inicia normalmente entre el tercero y quinto día, y requiere de 15 a 20 días para completarse. Las bacterias lácticas dominan la biota y gradualmente incrementa el contenido de ácido láctico del ensilado, hasta que la acidez llega a ser lo bastante alta para interrumpir una acción bacteriana posterior.

La fase cinco representa un periodo indefinido que refleja el valor relativo de los cambios ocurridos durante las cuatro primeras fases. Si se forma suficiente ácido láctico y acético para impedir una actividad bacteriana, la

fase cinco es un periodo durante el cual el ensilaje permanece estable. (Hiriart, 2008).

2.3.4.3. Parámetros de calidad de un ensilaje

Para la elaboración de ensilados de calidad se presentan algunos parámetros a tener presente en cuanto a resultados de laboratorio:

Para valor de pH el intervalo adecuado es:

Tabla 7: Valores de pH de acuerdo al contenido de materia seca

Calificación	Valor del pH con una 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

Fuente: (Agricultura Corporac , 2002)

Rangos para valor de grados Brix son los siguientes:

Tabla 8: Valores adecuados para grados brix

Calificación	Brix/MS
Bueno	11,0 – 10,5
Aceptable	10,4 – 9,5
Poco	< 9,5

Fuente: (Agricultura Corporac , 2002)

Valores adecuados para materia seca y cenizas en el ensilado:

Dado que a menor pH la fermentación es más difícil, y que en nuestro entorno no se utilizan conservantes, la MS mínima aconsejada sería del 20%, y en el caso de rotopacas no aconsejaría menos del 30%, el 25% en condiciones de trabajo y conservación y con material fácilmente ensilable (forrajes con alto contenido en azúcares solubles) de la misma manera para los contenidos de cenizas no deben sobrepasar del 10% ya que si este valor sobrepasa el silaje podría estar contaminado con tierra. (Agricultura Corporac , 2002)

2.4. HIPÓTESIS.

Hipótesis Afirmativa: El extracto de caña de maíz (*Zea mays*), en (3, 5, 7%) con relación al tamaño de partícula de Avena (*Avena sativa*), (2, 4 y 6 cm) influye en la calidad del silo.

Hipótesis nula: El extracto de caña de maíz (*Zea mays*), en (3, 5, 7%) con relación al tamaño de partícula de Avena (*Avena sativa*), (2, 4 y 6 cm) no influye en la calidad del silo.

2.5. VARIABLES.

En la presente investigación “Elaboración de silos de avena empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz , (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza” se consideran como variables de investigación las siguientes:

2.5.1. Variable independiente

Factor A: Tamaño de partícula. Se evaluó tres tamaños de partícula de avena medidos en cm, los mismos que se detallan a continuación.

- **a1=** 2 cm

- **a2= 4 cm**
- **a3= 6 cm**

Factor B: Porcentaje de extracto de maíz. Se evaluó tres porcentajes de extracto, que son los siguientes:

- **b1= 3 %**
- **b2= 5 %**
- **b3= 7 %**

Testigo comercial.- Porcentaje de 3% (3 kilos de melaza por 100 kilos avena) disuelta con agua para facilitar la aspersion en el pasto picado y un tamaño de partícula de 10 centímetros con la utilización de una cegadora mecánica acoplada a un tractor.

De la interacción de los diferentes niveles se obtiene como tratamientos los siguientes:

Tabla 9: Interacción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	FACTOR A	FACTOR B	COMBINACION
T ₁	a ₁	b ₁	2cm / 3%
T ₂	a ₁	b ₂	2cm / 5%
T ₃	a ₁	b ₃	2cm / 7%
T ₄	a ₂	b ₁	4cm / 3%
T ₅	a ₂	b ₂	4cm / 5%
T ₆	a ₂	b ₃	4cm / 7%
T ₇	a ₃	b ₁	6cm / 3%
T ₈	a ₃	b ₂	6cm / 5%
T ₉	a ₃	b ₃	6cm / 7%
T ₁₀	---	---	10cm/3% m

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

2.5.2. Variables dependientes

- Potencial hidrogeno pH.
- Humedad.
- Materia seca
- Grados Brix
- Rendimiento
- Costos

Determinación del pH.-El pH es el término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. La determinación del pH en la presente investigación se determinó mediante la utilización de un pH-metro.

La determinación de pH se lo realizó para determinar qué tipo de fermentación se presenta en la elaboración de silaje, siendo la fermentación láctica la deseada, dado que el ácido láctico producido a los 45 días acidifica la masa del silo hasta niveles de pH de 3.8 – 4.2 valores a los cuales se inhibe toda actividad bioquímica, quedando en ese momento estabilizada la masa del silo (Mangado, 2008) De la misma manera, se realizará la calibración del pH-metro según (Llorca, 2006) en su libro “Prácticas atmosféricas, suelo y agua” según se explica en el anexo A.

Determinación de Humedad.- La determinación de la humedad en los ensilados de avena (*Avena sativa*) se lo realizó a los 45 días que se determinó el tiempo de duración del experimento, esto para poder determinar el % de humedad con la que el ensilado de avena está realizando la debida fermentación, y para este proceso se trabajara de acuerdo con el anexo B que menciona la determinación de humedad con la utilización de métodos indirectos utilizando horno a microondas.

Determinación de Materia Seca (MS).- La determinación de MS en el proceso de ensilado se puede determinar con el mismo proceso anterior, pero para efectos de cálculo es el resultado del peso inicial de la muestra que será de 50 gramos, según se menciona en el anexo B, menos el peso final que es el resultado obtenido después de haber terminado el proceso de secado de las muestras en análisis en el horno a microondas que fueron sometidas a 5 ciclos con una duración de dos minutos cada muestra.

Determinación de Grados Brix.- ° Brix = % sacarosa presente en la solución (símbolo °Bx) es un representante de la unidad de azúcar contenido de una solución acuosa. Un grado Brix corresponde a 1 gramo de sacarosa en 100 gramos de solución. Se mide con refractómetros, son instrumentos ópticos de alta precisión y de un sencillo manejo, se basan en la refracción de la luz al pasar por un prisma, para determinar la magnitud a medir solamente hace falta una pequeña muestra, siendo así un instrumento muy útil. (Dinomac, 2011) Para la presente investigación se utilizó un refractómetro digital.

La evaluación de grados Brix en la presente investigación es con la finalidad de determinar los valores más altos de sólidos totales en cada tratamiento que se presentaron en los efluentes del proceso de ensilaje, variable que se tomó en cuenta para determinar el mejor comportamiento estadístico de los tratamientos.

Determinación de rendimiento.- El rendimiento de cada uno de los tratamientos en estudio se consideró como peso inicial a la cantidad de avena picada y el porcentaje del extracto de cana de maíz agregada al silo, al final se considera a la cantidad de ensilaje obtenido. Se aplica la siguiente fórmula:

$$x = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \cdot 100$$

Determinación de costos.- La determinación de costo de producción se lo realizo para establecer la cantidad de recursos económicos empleados para la presente investigación y de igual forma para establecer el costo de producción de un silaje de forma comercial.

III.METODOLOGÍA.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se llevó a cabo de manera cuantitativa, mediante la aplicación de diseño experimental de diseño completo al azar, con dos factores A*B, donde A representa el tamaño de partícula de 2, 4, y 6 cm, y B representa el porcentaje del extracto de maíz, con porcentajes de 3, 5 y 7%, y 1 es el testigo comercial con 10 cm de tamaño de partícula y 3% de melaza obedeciendo a un arreglo factorial $A*B + 1$.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación es de tipo aplicada y experimental. Aplicada por que se pretende solucionar una problemática del entorno y experimental porque sus resultados se expresan de manera cuantitativa minimizando los errores de sus datos mediante un Análisis Estadístico de Varianza (ADEVA) para posteriormente realizar pruebas de significancia para determinar el mejor tratamiento.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

De la interacción de los diferentes niveles de los factores en estudio con un arreglo factorial A*B se obtiene como resultado 9 tratamientos, como se indicó en la tabla número 7 de interacción de los niveles, los mismos que se les repetirá 3 veces obteniéndose como resultado una población de 27 unidades, más un testigo comercial con avena y melaza que de la misma manera se repite 3 veces dando un total de 30 unidades experimentales para el presente estudio.

La unidad experimental está constituida por el producto terminado que es el ensilado de avena (*Avena sativa*) elaborado en bolsas plásticas de 5 kilogramos cada unidad experimental, mas su respectivo porcentaje de extracto de maíz. .

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 10: Operacionalización de variables.

Hipótesis	Variables	Descripción de la variable	Índices	Indicadores	Técnica	Informante
El extracto de caña de maíz (Zea mays), en (3, 5, 7%) con relación al tamaño de partícula de Avena (Avena sativa), (2, 4 y 6 cm) influye significativamente en la calidad del ensilado.	V. I: Tamaño de partícula en combinación de extracto de caña de maíz	Es la avena picada según las necesidades de la presente investigación junto con la adición del extracto de caña de maíz en los diferentes porcentajes	Tamaño (cm)	2, 4 y 6 cm	La utilización de técnica de picado	Importadora Imaco
			Volumen (%)	3, 5 y 7		Aforado
	V. D: pH, Humedad, Materia seca, Grados brix.	1. pH: es el potencial hidrogeno presente en silaje de avena.	pH metro	Registro	Procedimiento de manuales y demás instructivos	Investigador
		2. Humedad: son los parámetros adecuados para poder realizar el silaje.	Disecado			
		3. Materia seca: nutricionalmente es el de mayor importancia en el silaje.	Diferencia de Humedad			
		4. Grados Brix: es la cantidad de sacarosa presente en una solución.	Refractómetro			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Una vez definidos los factores en estudio (Variables Independientes y Variables Dependientes) y desarrollando el experimento mediante un Diseño Completo al Azar, (D C A) y para recopilar la información se empleará una tabla de doble entrada para cada variable dependiente

Tabla 11: Plan de recolección de información de variables.

Repetición	R ₁	R ₂	R ₃
Tratamiento			
T ₁			
T ₂			
T ₃			
T ₄			
T ₅			
T ₆			
T ₇			
T ₈			
T ₉			
T ₁₀			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

3.5.1. Datos para análisis estadístico.

Tabla 12 Esquema de análisis estadístico

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamiento	9
Repeticiones	3
Factor A: Tamaño de partícula	2, 4 y 6 cm
Factor B: % de extracto de cana de maíz	3, 5 y 7%
Interacción A*B	2
Testigo	1
Error experimental	20

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

3.5.2. Variables en estudio.

- Potencial hidrógeno pH.
- Humedad.
- Materia seca
- Grados Brix
- Rendimiento
- Costos

3.5.3. Manejo específico del ensayo

3.5.3.1. Materiales y equipos

En la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Materia prima

- Avena (*Avena sativa*)

- Extracto de caña de maíz (*Zea mays*)

Insumos

- Agua destilada

Materiales del proceso

- Fundas de 10 kg
- Amarras plásticas
- Cinta adhesiva
- Cubre boca
- Guantes

Materiales de laboratorio

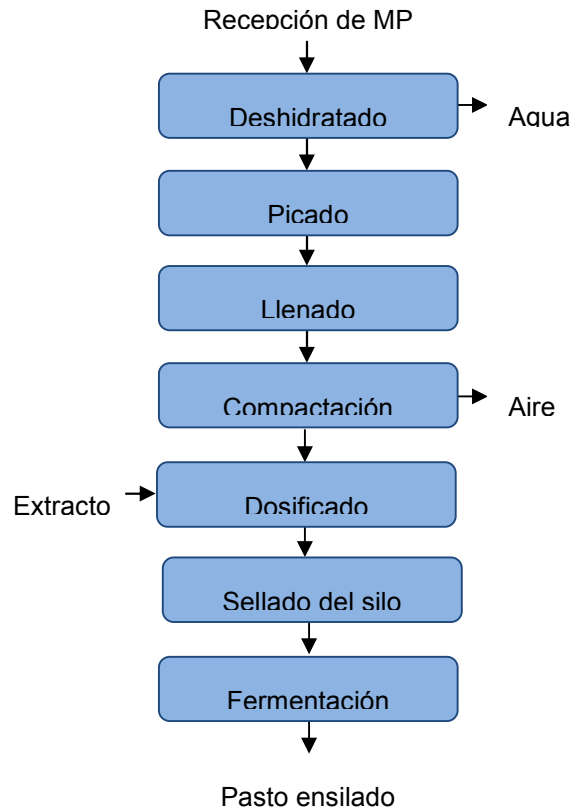
- pH-metro digital
- Brixómetro
- Balanza gramera
- Horno de microondas
- Balanza de kg
- Disecador
- Espátula
- Vasos de precipitación
- Termómetro digital

Equipos del proceso

- Picadora de pasto
- Molino de martillos

3.5.3.2. Diagrama de bloques para el ensilado de pastos

(Fermentación anaerobia)



3.5.3.3. Procedimiento

Obtención de la materia prima. La avena y el extracto de caña de maíz a ser utilizada en el ensilaje provienen de la Finca Integral Agro Ingenio Villarreal, la edad del corte de la avena es aproximadamente a los 70 a 80 días.

Grafico 4: Corte de avena



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Grafico 5: Obtención del extracto de caña de maíz en un trapiche



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Grafico 6: Recolección del extracto en un recipiente



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Recepción de materia prima.- La materia prima a ser utilizada en la elaboración de silos de avena (*Avena sativa*) empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza, provienen de los cultivos existentes en la Finca Integral Agroingenio Villarreal, la materia prima (MP) se recibió en fardos para ayudar a su deshidratación tomando en cuenta que la MP no tenga demasiada humedad.

Grafico 7: Recepción de la materia prima



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Deshidratado.- Para el deshidratado se consideró según lo que menciona (Palomino, 2008) en su Manual cultivo de avena forrajera y su conservación lo siguiente “El forraje cortado presenta entre 85 y 95 % de humedad, siendo necesario exponer al sol de 3 a 4 horas para tener un 70 a 75 % de humedad, para determinar existen dos formas prácticas:

- a) La primera el método del retorcimiento, que consiste en coger un puñado de avena luego se retuerce y si se observa que no se quiebra y no hay presencia de gotas de agua entonces es el momento óptimo para realizar el ensilado.
- b) La segunda prueba la del puñado, que consiste en tener un puñado de avena picada y presionar por unos 30 segundos, observar el estado de la bola de forraje, si esta se expande con

lentitud y no queda humedad en la mano es el punto adecuado para el ensilado.

Grafico 8: Deshidratación en campo de la avena cortada



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Picado.- El picado se lo realizó de forma mecánica utilizando una picadora y un molino de martillos, donde se calibrará las aspas para cortar cada tamaño requerido para la presente investigación.

Grafico 9: Picado de materia prima



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Grafico 10: Picado de materia prima



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Llenado.- El llenado se lo realizó en fundas plásticas, con un contenido de 3 kg\cu utilizando una balanza manual, distribuyendo el material picado uniformemente y en capas como recomienda (FAO, 2009), (Mangado, 2008), (Muhlbach, 2001): que recomiendan para silos de polietileno, siempre cuidar que no se perfora la funda plástica, para evitar la entrada indeseada de aire.

Grafico 11: Llenado del pasto picado en fundas plásticas



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Grafico 12: Pesado de las unidades experimentales



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Compactación.- La compactación es uno de los pasos más importantes, porque se debe eliminar la mayor cantidad posible de aire presente en el pasto picado, para evitar pérdidas en el silaje para la presente investigación y por ser experimento de laboratorio se lo realizó de forma manual.

Grafico 13: Compactación en cada capa del silaje



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Dosificado del extracto.- El extracto se lo extrae de la caña de maíz utilizando métodos de extrusión o molienda, el extracto como ya se ha mencionado se lo adicionó en porcentajes de 3, 5 y 7 % del peso de la unidad experimental, adicionándolo después de cada capa de pasto compactado.

Foto 1: Adición de extracto de caña de maíz en el ensilaje.



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Sellado del silo.- Luego de realizar una adecuada compactación del pasto picado y dosificar el extracto se procedió al sellado realizando un nudo y utilizando amarras plásticas para evitar el ingreso de agua o aire que pueden dañar la calidad del ensilado, de la misma manera se procede a identificar cada unidad experimental para poder conocer los tratamientos y las dosificaciones que intervienen en cada tratamiento.

Grafico 14: Sellado del silo



Foto tomada por: (Villarreal, 2012)

Fermentación.- La fermentación se realizó durante 45 días donde se llevó a cabo las reacciones químicas por microorganismos, en especial la producción de ácido láctico que es el más deseado en un ensilaje para la nutrición animal.

Pasto ensilado.- Es el producto terminado mismo que ha conservado las características nutricionales de un pasto fresco.

3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.6.1. Análisis de resultados

En el presente capítulo sobre procesamiento, análisis e interpretación de resultados se muestran los datos de la investigación “Elaboración de silos de avena (*Avena sativa*) empleando tres tamaños de partícula (2, 4

y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza”, con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas, mediante la utilización del software estadístico desarrollado por el Grupo Infostat , por profesionales de Estadística con sede en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

En el manual del (Usuario, 2008) menciona “A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable.”

3.6.1.1. Análisis estadístico de variables

Para el presente análisis estadístico se consideraron los siguientes factores: dosis de extracto de cana de maíz (*Zea mays*), tamaño de partícula de avena (*Avena sativa*). tomando en cuenta las siguientes variables cuantitativas de pH final al término de 45 días, contenido de materia seca (MS), porcentaje de humedad (%H), grados Brix (°Bx).

A. Análisis estadístico para potencial hidrogeno pH

Tabla 13: Valores obtenidos de pH en la lectura a los 45 días

Repetición	R ₁	R ₂	R ₃
Tratamiento			
T ₁	3.35	4.38	4.08
T ₂	3.91	4.16	3.99
T ₃	4.29	4.08	4.07
T ₄	3.77	3.86	3.85
T ₅	3.89	3.9	3.75
T ₆	3.87	3.75	3.8
T ₇	4.11	3.84	3.87

T ₈	3.88	3.9	3.85
T ₉	3.8	3.79	3.83
T ₁₀	3.22	4	4

.Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 14: Coeficiente de variación para pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	30	0,34	0,04	5,71

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El coeficiente de variación (CV) para pH es de 5.71 lo cual es adecuado para esta investigación por cuanto se realizó en condiciones homogéneas. De esta manera se garantiza los resultados obtenidos en laboratorio.

Tabla 15: Análisis de la varianza para pH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,50	9	0,06	1,13	0,3900
TAMAÑO	0,29	3	0,10	1,97	0,1506
EXTR. MAIZ	0,04	2	0,02	0,37	0,6932
TAMAÑO*EXTR. MAIZ	0,17	4	0,04	0,87	0,5004
Error	0,99	20	0,05		
Total	1,49	29			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar el análisis de varianza para la variable pH, se determina que no existen diferencias estadísticas para esta variable en los diferentes tratamientos. Ni para la interacción de los factores.

Tabla 16 : Prueba de significación de pH mediante TUKEY en tamaño

<u>TAMAÑO</u>	<u>Medias n</u>	<u>E.E.</u>
T2	4,03	9 0,07 A
T6	3,87	9 0,07 A
T4	3,83	9 0,07 A
<u>TESTIGO</u>	<u>3,74</u>	<u>3 0,13 A</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 17: Prueba de significación de pH mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

<u>EXTR. MAIZ</u>	<u>Medias n</u>	<u>E.E.</u>
5%	3,96	9 0,07 A
7%	3,90	9 0,07 A
<u>3%</u>	<u>3,84</u>	<u>12 0,06 A</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor tamaño de partícula de avena y para el factor extracto de maíz, no presenta diferencias estadísticas para esta variable, pero se observa que el tratamiento con las medias más altas para esta variable es el tratamiento T2 (2 centímetros de tamaño de partícula, 5% de extracto de caña de maíz)

B. Análisis estadístico para grados Brix°Bx

Tabla 18: Valores obtenidos de grados Brix en la lectura a los 45 días

Repetición	R₁	R₂	R₃
Tratamiento			
T ₁	7,3	7,3	6,3
T ₂	5,9	8,1	7
T ₃	8,1	13,3	13,3
T ₄	9,8	9,5	9,2
T ₅	9,1	9,7	9,1

T ₆	9,8	9	6,2
T ₇	5,3	5,2	6,7
T ₈	5,1	5,5	5,4
T ₉	4,7	5,4	4,8
T ₁₀	8,6	6	8,12

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 19: Coeficiente de variación para Grados Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ BRUX	30	0,61	0,24	7,03

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El coeficiente de variación (CV) para grados Brix es de 7.03, por lo tanto es adecuado para esta investigación.

Tabla 20: Análisis de la Varianza para grados Brix.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,87	9	0,32	3,51	0,0092
TAMAÑO	2,48	3	0,83	9,10	0,0005
EXTR. MAIZ	0,10	2	0,05	0,58	0,5713
TAMAÑO*EXTR. MAIZ	0,29	4	0,07	0,79	0,5474
Error	1,82	20	0,09		
Total	4,69	29			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar el análisis de varianza para grados Brix se determina diferencia estadística altamente significativa con p-valor de 0,0005 para el Tamaño de partícula, no así para la concentración de extracto de maíz, ni para la interacción de factores.

Tabla 21: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en tamaño

<u>TAMAÑO</u>	<u>Medias n</u>	<u>E.E.</u>
T4	3,00	9 0,10 A
T2	2,89	9 0,10 A
TESTIGO	2,74	3 0,17 A B
T6	2,31	9 0,10 B

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar la prueba de Tukey para grados Brix se establecen dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango al Tamaño T4 y en el último rango al Tamaño T6.

Tabla 22: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

<u>EXTR. MAIZ</u>	<u>Medias n</u>	<u>E.E.</u>
5%	2,82	9 0,10 A
7%	2,72	9 0,10 A
3%	2,69	12 0,09 A

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El factor Extracto de maíz no presenta diferencias estadísticas para esta variable, pero se observa que el tratamiento con las medias más altas para esta variable es el tratamiento T5 (4 centímetros de tamaño de partícula, 5% de extracto de caña de maíz).

C. Análisis estadístico para materia seca MS.

Tabla 23: Valores obtenidos de Materia seca en la lectura a los 45 días expresado en %

Repetición	R ₁	R ₂	R ₃
T ₁	22	22	22
T ₂	20	20	20
T ₃	22	22	22
T ₄	20	22	20
T ₅	20	22	20
T ₆	20	20	20
T ₇	20	20	20
T ₈	20	20	20
T ₉	20	20	20
T ₁₀	22	22	22

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 24: Coeficiente de variación para materia seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MATERIA SE	30	0,62	0,44	3,52

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El coeficiente de variación (CV) para Materia seca es de 3,52, por tanto es adecuado para este tipo de investigación.

Tabla 25: Análisis de la Varianza para Materia seca.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	17,20	9	1,91	3,58	0,0084
TAMAÑO	13,64	3	4,55	8,53	0,0008
EXTR. MAIZ	1,19	2	0,59	1,11	0,3487
TAMAÑO*EXTR. MAIZ	2,37	4	0,59	1,11	0,3788
Error	10,67	20	0,53		
<u>Total</u>	<u>27,87</u>	<u>29</u>			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El Análisis de varianza determina diferencia estadística altamente significativa con p-valor de 0,0008 para el Tamaño de partícula, no así para la concentración de extracto de maíz, ni para la interacción de factores.

Tabla 26: Prueba de significación de Materia Seca (MS) mediante TUKEY en tamaño de partícula.

<u>TAMAÑO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
TESTIGO	22,00	3	0,42	A
T2	21,33	9	0,24	A B
T4	20,44	9	0,24	B C
<u>T6</u>	<u>20,00</u>	<u>9</u>	<u>0,24</u>	<u>C</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar la prueba de Tukey para la variable tamaño se establecen tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango al Tamaño de partícula del testigo T10 centímetros y en el tercer rango al Tamaño T6 centímetros de tamaño de partícula.

Tabla 27: Prueba de significación de Materia Seca (MS) mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

<u>EXTR. MAIZ</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
5%	20,89	9	0,24	A
3%	20,83	12	0,21	A
<u>7%</u>	<u>20,44</u>	<u>9</u>	<u>0,24</u>	<u>A</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El factor Extracto de maíz no presenta diferencias estadísticas para esta variable.

D. Análisis estadístico para porcentaje de humedad %H

Tabla 28: Valores obtenidos del porcentaje de Humedad en la lectura a los 45 días

Repetición	R ₁	R ₂	R ₃
Tratamiento			
T ₁	78	78	78
T ₂	80	80	80
T ₃	78	78	78
T ₄	80	78	80
T ₅	80	78	80
T ₆	80	80	80
T ₇	80	80	80
T ₈	80	80	80
T ₉	80	80	80
T ₁₀	78	78	78

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 29: Coeficiente de variación para porcentaje de Humedad.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD	30	0,62	0,44	0,92

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El coeficiente de variación de 0,92 es adecuado para este tipo de investigación.

Tabla 30: Análisis de la Varianza para porcentaje de Humedad

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	17,20	9	1,91	3,58	0,0084
TAMAÑO	13,64	3	4,55	8,53	0,0008
EXTR. MAIZ	1,19	2	0,59	1,11	0,3487
TAMAÑO*EXTR. MAIZ	2,37	4	0,59	1,11	0,3788
Error	10,67	20	0,53		
<u>Total</u>	<u>27,87</u>	<u>29</u>			

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El Análisis de varianza determina diferencia estadística altamente significativa con p-valor de 0,0008 para el Tamaño de partícula, no así para la concentración de extracto de maíz, ni para la interacción de factores.

Tabla 31: Prueba de significación de % Humedad (%H) mediante TUKEY en tamaño de partícula.

<u>TAMAÑO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T6	80,00	9	0,24	A
T4	79,56	9	0,24	A B
T2	78,67	9	0,24	B C
<u>TESTIGO</u>	<u>78,00</u>	<u>3</u>	<u>0,42</u>	<u>C</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Al realizar la prueba de Tukey para el factor tamaño de partícula se establecen tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango al Tamaño T6 y en el tercer rango al Tamaño testigo con 10 centímetros.

Tabla 32: Prueba de significación de % Humedad (%H) mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

<u>EXTR. MAIZ</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
7%	79,56	9	0,24
3%	79,17	12	0,21
<u>5%</u>	<u>79,11</u>	<u>9</u>	<u>0,24</u>

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

El factor Extracto de maíz no presenta diferencias estadísticas para esta variable.

E. Análisis de resultados bromatológicos

Se realizó el análisis bromatológico a los tratamientos que tuvieron mejor comportamiento estadístico, y se comparó en la siguiente tabla.

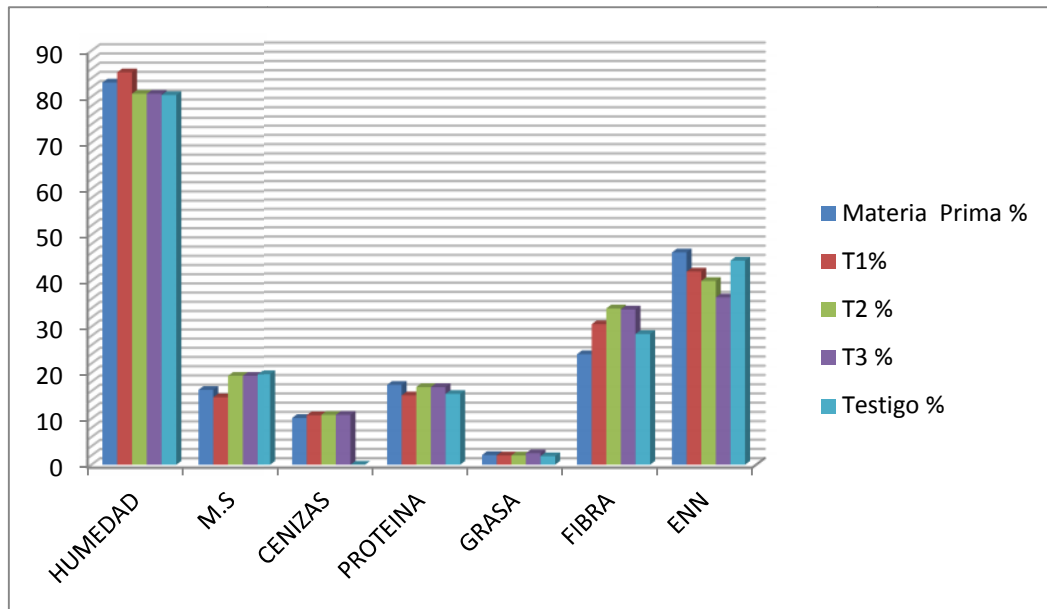
Tabla 33: Comparación de resultados bromatológicos entre materia prima (avena) y pasto ensilado.

	Materia Prima %	T1%	T2 %	T3 %	Testigo %
HUMEDAD	83,11	85,33	80,66	80,66	80,38
M.S	16,29	14,67	19,34	19,34	19,62
CENIZAS	10,12	10,72	10,81	10,81	10,31
PROTEINA	17,29	15,02	16,82	16,82	15,33
GRASA	2,1	2,01	2,01	2,49	1,85
FIBRA	23,94	30,42	33,85	33,63	28,31
ENN	45,99	41,83	39,80	36,25	44,20

M.S: Materia seca
 ENN: Elementos No Nitrogenados
 Elaborado por: (Villarreal, 2012)

En la tabla Número 33 podemos observar que las pérdidas de nutrientes comparando con la con la materia prima es mínimo, debido a la utilización de la técnica de ensilado conservando el de forraje y su composición nutricional inicial.

Grafico 15: Comparación de datos de materia prima y ensilaje de pasto



Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Podemos observar en el grafico número 15, que en todos los parámetros medidos mediante análisis bromatológicos que las pérdidas de nutrientes durante todo el proceso de ensilaje es mínimo, en comparación con la materia prima utilizada y con el testigo, tomando en cuenta que se debe seguir correctamente los pasos del proceso y optimizando el tiempo a emplear en el ensilaje para evitar una degradación del pasto o una contaminación con microorganismos presentes en el ambiente.

En la tabla numero 34 podemos observar un cuadro comparativo de acuerdo al Código de Practica Ecuatoriana de la norma INEN y Agricultura Corporac, que indican los parámetros de calidad de un silaje de pastos

Tabla 34: Parámetros de calidad de silo

	Parámetro	Silaje
	pH	3,7 – 4.5 3.97
	M. S.	20 – 30 % 22
	Grados Brix	9,5 – 11.0 10,45

Humedad	65- 80	78
Cenizas	10 – 12 %	10,6

por: (Villarreal, 2012)

F. Rendimiento del ensilaje de avena

Para establecer el rendimiento de cada uno de los tratamientos en estudio se considera como peso inicial a la cantidad de avena picada y el porcentaje del extracto de cana de maíz agregada al silo, al final se considera a la cantidad de ensilaje obtenido. Se aplica la siguiente fórmula

$$x = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \cdot 100$$

Tabla 35: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos

Repetición	Peso Inicial	Peso Final	Rendimiento
Tratamiento	KG	KG	%
T ₁	9	8,55	95
T ₂	9	8,1	90
T ₃	9	9	100
T ₄	9	8,63	95.833
T ₅	9	8,85	98.333
T ₆	9	8,25	91.666
T ₇	9	8,4	93.333
T ₈	9	8,55	95
T ₉	9	8,55	95
T ₁₀	9	8,63	95.83333

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

La tabla número 34, muestra los resultados obtenidos para el porcentaje de rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados, donde se indica que los tratamientos T3 (2 centímetros de tamaño de partícula de avena, 7% de extracto de cana de maíz), T5 (4 centímetros de tamaño de partícula de avena, 5% de extracto de cana de maíz), T10 (10 centímetros e tamaño de partícula, 3% de melaza), poseen los rendimientos más altos con valores de: 100%, 98.333% y 95.83 respectivamente.

G. Análisis de costos.

Para la determinación de esta variable no se considera el valor de los análisis de bromatología de la avena, ni los análisis bromatológicos del silo enviados a laboratorio.

El costo por un kilogramo de silaje de avena con extracto de caña de maíz, en los tratamientos T2, T3 y T10, que fueron los de mejor comportamiento estadístico y considerando el valor de todos los materiales que intervienen en su formación, además un porcentaje de mano de obra del 10%, imprevistos un 3% y una utilidad del 15% es de 0.24, 0.23 y 0.28 USD respectivamente.

Tabla 36: Costo de producción para T2 de silaje de avena

COSTO DE PRODUCCION PARA T2				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	V. Total (en USD)
Materia Prima				
Avena	3	Kg	0,15	0,450
Extracto de cana de maiz	0,35	L	0,35	0,123
Materiales				
Gavetas	1	Unid	0,5	0,50
Fundas	2	Unid	0,15	0,30
Amarras	1	Unid	0,05	0,050
Cinta	0,25	Unid	1,15	0,288
Alquiler de equipos	1	alquiler	0,3	0,30
Transporte de materiales	1	alquiler	0,2	0,20

Subtotal 1	2,21
DEPRECIACIONES	
mano de obra 10%	0,221
imprevistos 3%	0,0663
Subtotal 2	0,2873
Utilidad 15%	0,374595
Total costo de produccion	2,87
Rendimiento en Kg	12,1
Costo de produccion de 1kg de silaje	0,24

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 37: Costo de producción para T3 de silaje de avena

COSTO DE PRODUCCION PARA T3				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	V. Total (en USD)
Materia Prima				
Avena	3	Kg	0,15	0,450
Extracto de cana de maiz	0,35	L	0,35	0,123
Materiales				
Gavetas	1	Unid	0,5	0,50
Fundas	2	Unid	0,15	0,30
Amarras	1	Unid	0,05	0,050
Cinta	0,25	Unid	1,15	0,288
Alquiler de equipos	1	alquiler	0,27	0,27
Transporte de materiales	1	alquiler	0,2	0,20
Subtotal 1				2,18
DEPRECIACIONES				
mano de obra 10%				0,218
imprevistos 3%				0,0654
Subtotal 2				0,2834
Utilidad 15%				0,36951
Total costo de produccion				2,83
Rendimiento en Kg				12,1
Costo de produccion de 1kg de silaje				0,23

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 38: Costo de producción para T10 de silaje de avena

COSTO DE PRODUCCION PARA T10				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	V. Total (en USD)
Materia Prima				
Avena	3	Kg	0,17	0,510
Melaza	0,3	L	0,41	0,123
Materiales				
Gavetas	1	Unid	0,5	0,50
Fundas	2	Unid	0,15	0,30
Amarras	1	Unid	0,05	0,050
Cinta	0,25	Unid	1,15	0,288
Alquiler de equipos	1	alquiler	0,4	0,40
Transporte de materiales	1	alquiler	0,4	0,40
Subtotal 1				2,57
DEPRECIACIONES				
mano de obra 10%				0,25705
imprevistos 3%				0,077115
Subtotal 2				0,334165
Utilidad 15%				0,43569975
Total costo de producción				3,34
Rendimiento en Kg				12,1
Costo de producción de 1kg de silaje				0,28

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

3.6.2. Verificación de hipótesis.

Se verifica que luego del análisis de los resultados finales de la investigación se acepta la hipótesis afirmativa en donde se confirma que El extracto de caña de maíz (*Zea mays*), en (3, 5, 7%) con relación al tamaño de partícula de Avena (*Avena sativa*), (2, 4 y 6 cm) influye significativamente en la calidad del silo.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES.

Luego de haber realizado la investigación sobre la “Elaboración de silos de avena (*Avena sativa*), empleando tres tamaños de partícula (2, 4 y 6 cm) con tres porcentajes de extracto de maíz (*Zea mays*), (3, 5 y 7%) como sustituto de la melaza, se plantea las siguientes conclusiones:

- a. El tratamiento T2 donde a menor tamaño de partícula y con porcentaje de extracto de caña de maíz, (2 centímetros de partícula de avena, 5% de extracto de caña de maíz), las medias determinaron mejores resultados de pH.
- b. Para el tamaño de partícula y porcentaje de extracto de caña de maíz para el T1 (2 centímetros de tamaño de partícula, 3 por ciento de extracto de cana de maíz) y T10 (testigo), las medias más significativas fue para la variable Materia Seca y la media más baja para porcentaje de humedad lo que nos permite afirmar que a mayor contenido de materia seca (MS) en el silaje existe menor contenido de humedad sin afectar el proceso de fermentación.
- c. Mediante resultados de análisis bromatológicos mostrados en la tabla número 33, se comparo los resultados obtenidos de la investigación con el testigo y la materia prima utilizada, donde se concluyó que la inclusión de extracto de caña de maíz en el ensilaje de avena resulta en un aumento del contenido de materia seca en el silaje.
- d. El tratamiento T2 y tratamiento T3 mediante análisis bromatológicos y utilizando tablas comparativas se observa que las pérdidas de nutrientes durante todo el proceso de ensilaje es mínimo.
- e. Mediante un análisis económico de los costos invertidos en la presente investigación se concluye que los tratamientos T2 y T3 es de 0,23 y 0,24

USD, y el testigo tiene un costo de 0,28 USD, determinándose que este proyecto a parte de generar un alimento altamente nutritivo para los bovinos resulta económicamente rentable y de fácil elaboración en las fincas.

- f. Mediante la utilización de menor tamaño de partícula se puede concluir que la compactación se favorece al eliminar la cantidad de espacio presente en el silo favoreciendo la fermentación al tener el mejor desempeño en los tratamientos T1, T2 y T3.

4.2. RECOMENDACIONES.

- a. Se recomienda realizar posteriores investigaciones para evaluar el comportamiento fisiológico de las especies menores y mayores al ser alimentadas con silaje de avena y extracto de caña de maíz.
- b. En la revisión bibliográfica realizada para la presente investigación se conoce que el pasto ensilado conserva sus características nutricionales, lo que se recomienda realizar posteriores investigaciones con la adición de aditivos que podrían mejorar la calidad nutricional del ensilaje, por ejemplo: microorganismos eficientes, malta, féculas y desechos agrícolas como cítricos entre otros.
- c. Se sugiere realizar posteriores investigación sobre los tipos de microorganismos y su etología en la fermentación optima del ensilaje para la obtención de una cantidad adecuada de ácido láctico.

V. PRESUPUESTOS

5. Recursos

5.1. El presupuesto para ejecutar la presente investigación fue de un total de 1197,90 dólares al cual se le sumo 10% de imprevistos, en el siguiente cuadro se describe de forma detallada los recursos utilizados en el desarrollo del proyecto:

Tabla 39: Presupuesto de la presente investigación.

UNIDAD	DESCRIPCION	P. UNT	P. TOTAL
RECURSOS MATERIALES			
100	fundas plásticas	\$0,10	10
50	amarras plásticas	0,25	12,5
200	Kg de avena	0,25	50
1	alquiler molino de caña	20	20
2	alquiler picadora	30	60
RECURSOS TECNICOS			
1	recopilación literaria	250	250
3	análisis bromatológicos completos	75	225
1	microondas	150	150
1	insumos de laboratorio	60	60
4	viajes técnicos	40	160
RECURSOS HUMANOS			
6	seguimiento, recopilación de datos	5	30
1	transferencia de resultados	60	60
MATERIALES DE OFICINA			
12	Carpetas	0,5	6
4	resmas de papel	4,5	18
SUB TOTAL			1089
INPREVISTOS 10%			108,9
TOTAL			1197,9

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 40: Diagrama de actividades

Tiempo Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12																
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Aprobación del Perfil de Tesis</i>																												
1.- Recopilación bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.- Elaboración	X	X	X																									
3.- Aprobación			X	X																								
<i>Aprobación del Proyecto de Tesis</i>																												
1.- Elaboración			X	X	X	X																						
2.- Aprobación					X	X	X																					
<i>Ejecución del Proyecto de Tesis</i>																												
1.- Ensayo							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.- Revisión Bibliográfica					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.- Tabulación																					X	X	X	X				
<i>Aprobación del Informe Final de Tesis</i>																												
1.- Presentación Borrador																								X	X	X	X	
2.- Correcciones																										X	X	
<i>Sustentación de la Tesis</i>																												
1.- Solicitud																											X	
2.- Defensa																												X

5.2. Humanos

Los recursos humanos para la investigación estuvieron representados principalmente por el investigador, ya que el control del ensayo fue responsabilidad del mismo, con la ayuda del Asesor concedido por la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y personal para realizar las labores necesarias de los tratamientos-

5.3. Financieros.

Fueron financiados por el investigador por ser único responsable de llevar hasta la culminación la presente investigación. .

5.4. Técnicos.

En esta investigación se utilizó los equipos y materiales necesarios para realizar su ejecución, que se describen a continuación:

- Fundas plásticas
- Amarras plásticas
- Cinta adhesiva
- pH-metro
- Brixómetro
- Horno a microondas
- Vasos de precipitación
- Espátulas
- Cubre boca
- Guantes
- Mandil
- Balanza gramera
- Cámara fotográfica
- USB
- Computado

VI. BIBLIOGRAFÍA.

TRABAJOS CITADOS

Agricultura Corporac . (2002). *Informe de interpretacion de analisis de ensilados*. Brasil: sn.

Arias, R. (Octubre de 2008). *Introduccion a las ciencias agrarias*. Temuco, Mexico.

Barmett, A. (2001). *Fermentaciones producidas en el silo*. Madrid: Sn.

Botanical. (Febrero de 2008). *Botanical*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2011

Castro, E. (2010). El Maiz. En E. Castro, *El Maiz* (pág. 60). Bogota: Trillas.

Covas, G. (Marzo de 2006). *INTA Boletin de Divulgacion Tecnica*. Recuperado el 27 de Enero de 2012, de DETERMINACION DE MATERIA SECA POR METODOS INDIRECTOS CON UTILIZACION DEL HORNO MICROONDAS.

Dijkstra, N. (1999). *Chemical and bacteriological changes involved in making grass and their effect on losses in food value*. Pennsylvania: ns.

Dinomac. (2011). *Buenas tareas.com*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2012, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Medicion-De-Grados-Brix-De-La/2158190.html>

FAO. (Agosto de 2009). *FAO*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2011, de El maiz en los tropicos.

FREDDY, J. (2010). *EL MAIZ*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2012

Gallardo, H. H. (2003). *AGRICULTURA TECNICA. EVALUCION DE ENSILAJES DE AVENA EN LA GANANCIA DE PESO EN VAQUILLAS DE CRECIMIENTO* . Coyhaque: scielo.

Grupo Oceano. (2002). *Diccionario Uno Color. Diccionario Oceano* . Barcelona, Espana: MMII.

Gudino, M. C. (2010). *DETERMINACION DE LOS PARAMETROS OPTIMOS DE PROCESO PARA LA ESTABILIZACION DEL MUCILAGO (opuntia Spp.) CON FINES INDUSTRIALES*. Ibarra: UTN.

Gudino, S. (2011). *Modulo de Industria Azucarera*. Tulcan: sn.

Guerrero, A. (2008). *CULTIVOS HERBACEOS EXTENSIVOS*. Barcelona: Mundi Prensa.

Hiriart, M. (2008). *ENSILADOS:Procesamiento y Calidad* (Vol. 2). Mexico, Mexico: Trillas.

ICA INIAP. (2009). *MANUAL DE PRODUCCION DE QUINOA EN EL ECUADOR*. ICA INIAP , 25.

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Recuperado el 11 de Febrero de 2012

Infoagroavena. (Septiembre de 2010). *El cultivo de avena*. Recuperado el 29 de Agosto de 2011

Infoagromaiz. (2008). *Infoagro*. Recuperado el 4 de septiembre de 2012, de El cultivo de maiz I parte.

Laboratorio, A. (Junio de 2008). *INTERPRETACION DE ANALISIS DE ENSILADOS*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2011

Llorca, R. (2006). *Practicas de atmosfera suelo y agua*. Valencia: Trillas.

Mangado, J. (Mayo de 2008). *COMO REALIZAR CORRECTAMENTE EL ENSILADO DE MAIZ*. Recuperado el 05 de Agosto de 2011

Muhlbach, P. (2001). *Uso del ensilaje en el tropico privilegiando previligando opciones para pequenos campesinos*. Porto Alegre: Decrep.

Orozco, E. (2006). *Ensilaje payacas*. *BOLETIN INFORMATIVO* , 4.

Palomino, W. (12 de Agosto de 2008). *Manual Informativo. Manual del cultivo de avena forrajera* . Colombia: sn.

Pier, R. (2011). *Desarrollo y evaluacion de la tecnologia de elaboracion de una sopa instantanea de chuchuca*. Quito: sn.

Piguave, M. d. (2006). *Evaluacion de diferntes alternativas de ensilaje de cascara de gandul (Cajanus cajan) para la alimentacion bovina*. Guayaquil: sn.

Prado, E. S. (2006). Conservacion de Forrajes segunda parte. *REDVET Revista Electronica de Veterinaria* , 34.

ProduccionBovina. (Julio de 2010). *ProduccionBovina*. Recuperado el 24 de Marzo de 2012

Reyes, J. A. (12 de Septiembre de 2006). VAQUILLAS HOLSTEN-FRIESAIN PARA REEMPLAZO ALIMENTADAS CON ENSILADO DE CANA DE AZUCAR O MAIZ. Colima, Colombia .

Rodriguez, J. (2011). *METODOS DE INVESTIGACION PECUARIA* (Vol. 2). Mexico: TRILLAS.

Rojas, L. M. (25 de 08 de 2007). SISTEMA PERIODICO OVINOS. Bogota, Colombia. Recuperado el 25 de Agosto de 2011, de FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE OVINOS.

Vet-uy. (Diciembre de 2010). *Agro y Veterinaria*. Recuperado el 06 de Septiembre de 2011, de Utilizacion de subproductos agricolas.

Villarreal, E. (2012). Tulcan.

Watson, L. (2011). *Avena Forrajera*. New Yourk.

Wiersema, J. (2007). *Germoplasm Resources Information* . Boston: TRIPOD.

Yambay, J. (2011). *Industrias Lacteas I*. Tulcan: sn.

VII. ANEXOS.

Anexo A: Calibración del pH-metro

2.4.2.1. Calibración de pH-metro

Sumergir los electrodos, o electrodo combinado, en la disolución tampón de pH 7 agitando suavemente la disolución hasta que se estabilice la lectura. Sacar los electrodos, limpiar con agua destilada, secar y sumergir el electrodo en la disolución tampón de pH 4 ó 9 según el intervalo, 4-7 ó 7-9, en el que se considere que está el pH a medir, removiendo suavemente hasta que se estabilice la lectura.



Anexo B: Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas.

DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA POR MÉTODOS INDIRECTOS: UTILIZACIÓN DEL HORNO A MICROONDAS

Petruzzl, H.J.; Stritzler, N.P.; Ferri, C.M.⁽¹⁾; Pagella, J.H.⁽¹⁾ y Rabortnikof, C.M.⁽¹⁾

(1)Facultad Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

Introducción

El porcentaje de materia seca (% MS) de los alimentos es uno de los parámetros que presentan mayor variabilidad. Algunos alimentos, como la leche bovina, tienen muy bajos porcentajes de materia seca (12,5 %), mientras que otros llegan a casi el 100 %. Dentro de los alimentos que habitualmente se utilizan para animales de producción, las variaciones son también altas. Los verdes de Invierno (Stritzler *et al.*, 1985) y las pasturas (Castillo *et al.*, 1992) pueden tener % MS sumamente bajos, de hasta 12 %, mientras que en el otro extremo, granos y henos tienen porcentajes cercanos al 90 % (Stritzler *et al.*, 2004).

La estimación del % MS es de suma importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumirán. Los cálculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparación entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales (Stritzler *et al.*, 2004).

Por otro lado, en animales en pastoreo, la estimación de biomasa y porcentaje de materia seca en pastizales naturales o

pasturas cultivadas, son variables importantes en la determinación de carga animal.

El método tradicional de secado de muestras para la determinación de materia seca se realiza mediante el uso de estufas de circulación forzada a 65°C durante un lapso que varía entre las 24 a 72 horas dependiendo del tipo de muestra.

En ensayos de asignación diaria de áreas a pastoreo (Ferri, 2002) en función de la disponibilidad, esta demora en la estimación de MS determina que se deban realizar ajustes del área asignada *a posteriori*, con lo que se transforma en una fuente de error experimental. En estudios de determinación de consumo voluntario a galpón, es también importante contar con una rápida estimación del % MS, porque permite reducir la variación entre días y entre momentos de suministro dentro del mismo día, en la cantidad de materia seca que se ofrece a cada animal.

Por otro lado, las empresas agropecuarias generalmente no cuentan con estufas de secado de forraje, por lo que resulta difícil estimar % MS.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la utilización del horno a microondas como método alternativo al tradicional para la estimación de materia seca sobre distintas especies forrajeras.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó sobre un total de 424 muestras de forraje, correspondientes a varias especies, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 1.

Especie		Número de muestras
Nombre vulgar	Nombre científico	
Digitgrass, Digitaria	<i>Digitaria eriantha</i>	76
Superba	<i>Eragrostis superba</i>	54
Ailalfa	<i>Medicago sativa</i>	28
Miljo perenne	<i>Panicum coloratum</i>	197
Pasto vainilla	<i>Panicum virgatum</i>	69
Total		424

Cuadro 1: Especies forrajeras y número de muestras utilizados para las determinaciones de MS en estufa y microondas.

Los muestreos se realizaron durante 2 años (2002 – 2003) en todas las estaciones. Cada muestra fue tomada del campo por corte manual, a 5 cm del suelo y llevada inmediatamente a galpon para su procesamiento. De cada muestra se obtuvieron dos submuestras, que fueron sometidas a uno de los siguientes métodos de secado:

a) Método tradicional (estufa): dos submuestras de 250 gramos de materia húmeda cada una, se secaron durante 72 horas en estufa con circulación forzada de aire. Finalizado este periodo se pesó nuevamente la muestra y se estimó el % MS por diferencia de peso antes y después de la colocación en estufa. Las dos repeticiones de cada muestra se promediaron para obtener un único valor por muestra de forraje.

b) Método de microondas: dos submuestras de aproximadamente 50 gramos de materia húmeda, obtenidas simultáneamente con las sometidas a secado en estufa, fueron introducidas, sucesivamente, en un horno a microondas. Se utilizó un equipo Goldstar modelo MA-681 MD, 230 V – 50 Hz, de 4,0 A de intensidad a la potencia máxima de 850 W, con frecuencia de 2450 MHz. Cada muestra fue sometida a 5 ciclos de 2 minutos cada uno a potencia máxima, en presencia de un vaso de 100 ml aproximadamente, conteniendo agua destilada. El vaso de agua se incluyó para humedecer el medio y evitar la ignición de la muestra. Al finalizar cada ciclo de 2 minutos, se removió la submuestra con el fin de lograr uniformidad de secado. Simultáneamente, se descartó el agua y se

reemplazó por igual cantidad, pero a temperatura ambiente, para evitarla ebullición y proyección sobre la submuestra adyacente. A la finalización del proceso, se pesó el remanente y se estimó el % MS por relación con el peso previo al secado. Las dos repeticiones se promediaron para obtener un solo valor por muestra.

Los valores obtenidos por cada método fueron sometidos a análisis de correlación simple, con el objetivo de obtener el coeficiente de correlación para cada especie forrajera y el coeficiente de correlación para la totalidad de las muestras.

Resultados y Discusión

El porcentaje de materia seca de las muestras varió entre 16,5 y 85,5% (Gráfico 1), lo que representa un amplio rango, que abarca prácticamente a todos los forrajes en pie (Stritzler et al., 2004).

El coeficiente de correlación entre los dos métodos puede verse en el Gráfico 1, para cada especie forrajera utilizada y para el conjunto de muestras.

Para todas las gramíneas estivales perennes la correlación fue muy alta (Gráfico 1 a, b, d, e), indicando una muy buena estimación del % MS por el método de microondas. Para alfalfa, sin embargo, el método alternativo estimó el % MS con muy baja precisión (Gráfico 1 c). Es sorprendente que solo para esta especie el método no sea buen estimador del % MS. Otros autores (Crespo y Castaño, 2003) demostraron que el método es adecuado

para alfalfa, y también para otras leguminosas. Probablemente la baja estimación por el método del microondas, lograda en el presente trabajo para alfalfa se deba a la baja cantidad de muestras tomadas (28 muestras), resultando la especie con menor representación en el total (6,6 %), también debido a la baja variación en el % MS dentro de la especie: el rango en alfalfa fue de 16,5 % a 36,0 % MS. La inclusión de un mayor número de muestras, sobre todo con mayor % MS, podría mejorar la precisión del método. Cuando se tomó el total de las muestras (Gráfico 1 f), el método del microondas hizo una muy buena estimación del % MS.

Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que la estimación de materia seca por microondas es un método rápido y preciso que permitiría aumentar la precisión en ensayos de pastoreo, debido a una mejora en la asignación de áreas de pastoreo en base a la materia seca presente, y también en ensayos de determinación de consumo voluntario a galpón, al permitir una estimación casi inmediata de la cantidad de MS que se ofrece a los animales experimentales.

El método permite aumentar la velocidad en la toma de decisiones, en las empresas agropecuarias, sobre carga animal y pastoreo, ya que no requiere instrumental de laboratorio, utilizando solo una pequeña balanza y un horno a microondas, ambos fácilmente disponibles en cualquier establecimiento agropecuario.

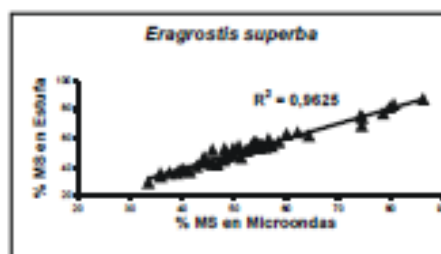


Gráfico 1 b

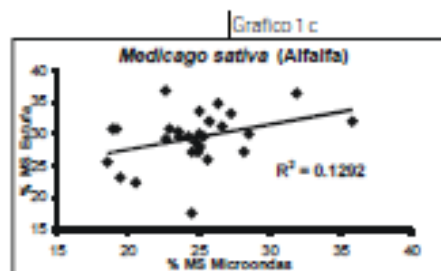


Gráfico 1 c

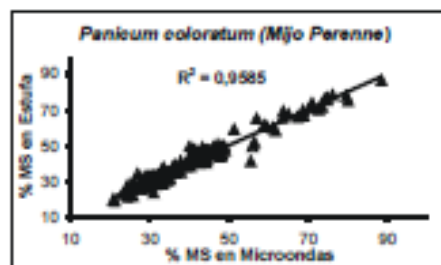


Gráfico 1 d

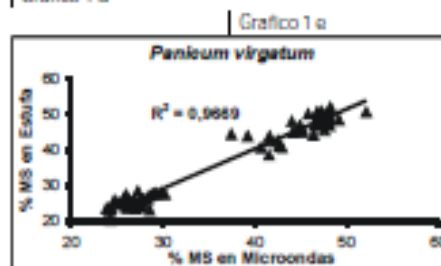


Gráfico 1 e

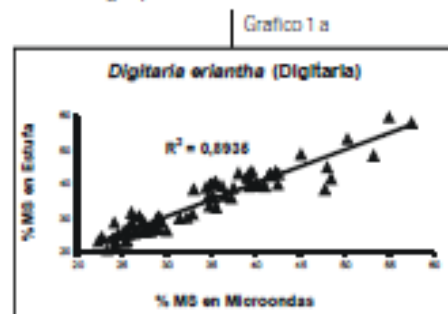


Gráfico 1 a

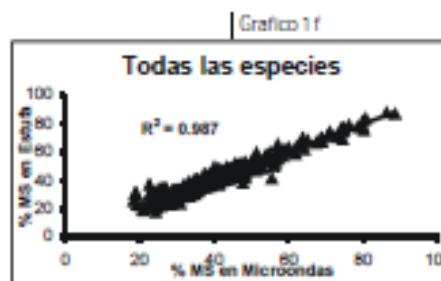




Gráfico 1 f

Anexo C: Análisis bromatológico de materia prima (avena a ser ensilada).

MC-LSAIA-2201-03

	<p>INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>	
---	---	---

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Edison Villarreal	INFORME DE ENSAYO No: 12-162	
DIRECCION: Barrio Taqués Norte, Calle Lorenzo de Garaicoa	INSTITUCION:	FINCA INTEGRAL AGROINGENIO "VILLARREAL"
FECHA DE EMISION: 31 de mayo del 2012	ATENCION:	Srta. Nancy Villarreal
FECHA DE ANALISIS: Del 23 al 30 de mayo del 2012	FECHA DE RECEPCION.:	18 de mayo del 2012
	HORA DE RECEPCION:	10h30
	ANALISIS SOLICITADO	PROXIMAL

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
12-0572	83,11	10,12	2,29	17,29	23,94	46,36	Avena Forrajera (Avena Sativa)-Lote No. 2
	83,11	10,16	2,10	17,61	24,14	45,99	

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Cliente solicita se emita un informe por muestra y se reporte por duplicado la muestra No. 12-0572

RESPONSABLES DEL INFORME


Susana Espin de Rivera
 RESPONSABLE DE CALIDAD



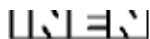

Dr. Armando Rubio
 RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo D: Código de Práctica Ecuatoriano para silos cilíndricos de metal para almacenamiento de granos forrajeros CPE- INEN



MC 09.01-601

Código de Práctica Ecuatoriano	CODIGO DE PRÁCTICA PARA SILOS CILÍNDRICOS DE METAL PARA ALMACENAMIENTO DE GRANOS FORRAGEROS.	CPE INEN 008
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Este Código establece las especificaciones generales para silos cilíndricos destinados al almacenaje de productos agrícolas, en especial cereales utilizados como forraje.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este Código se aplica a silos metálicos de forma cilíndrica.</p> <p>2.2 Este Código se aplica a silos de altura efectiva mayor a 3 m.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Altura efectiva (h_e). Es la altura en metros desde el nivel del piso al tope superior del cilindro.</p> <p>3.2 Altura utilizada (h_u). Altura máxima en metros del material almacenado en el silo.</p> <p>3.3 Altura del cilindro (h_c). Altura en metros desde el cimientado al tope superior del silo.</p> <p>3.4 Nivel de silaje. El nivel $0,90 h_e$ sobre el piso del silo (que es nivel de referencia para el cálculo de presiones) o el nivel $0,90 h_u$ sobre el piso del silo (que es nivel de referencia para el cálculo de capacidad del silo).</p> <p>3.5 Profundidad de silaje (h_p). La distancia en metros bajo el nivel del silaje al punto de consideración.</p> <p>3.6 Diámetro interior (d_i). Diámetro interior promedio del silo en metros.</p> <p>3.7 Diámetro exterior (d_e). Diámetro exterior promedio del silo en metros.</p> <p>3.8 Silo vertical. Estructura cilíndrica asentada sobre la base para conservación o almacenaje de productos agrícolas.</p> <p>3.9 Ensilaje. Cereales o granos preservados por acidificación natural o/u artificial en condiciones anearóbicas.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Cuito-Ecuador – Prohibida la reproducción

-1-

1983-141

3.10 Silo para almacenaje general. silo vertical para almacenaje de productos agrícolas con alto contenido de humedad.

3.11 Ensilaje de materiales altamente secos. (M.A.S.). Ensilaje constituido por granos secados deshidratados de acuerdo a especificaciones establecidas (ver Anexo B).

3.12 Materias secas (M.S.). Fracción seca del grano, esto es, aquella fracción que quedará seca después de que la humedad se ha extraído a 105°C durante 16 horas.

3.13 Contenido porcentual de humedad. Peso de humedad extraída a 105°C por 16 horas, dividido para el peso inicial de la muestra, multiplicado por 100.

3.14 Capacidad normal (C). Capacidad de materias secas del silo en toneladas, bajo condiciones normales, calculada de acuerdo a un método establecido (ver Anexo B).

3.15 Densidad (δ). Peso total (kg) de ensilaje por metro cúbico.

3.16 Densidad seca (δd). Peso (kg) de materia seca en el ensilaje, por metro cúbico, esto es:

$$\delta d = \frac{100 - \text{cantidad de humedad } \%}{100}$$

3.17 Fibra M.A.D. Porcentaje en peso de la fibra modificada por ácido detergente en la materia seca del grano o ensilaje.

3.18 Proteína cruda (P.C.). Porcentaje en peso de la proteína cruda en la materia seca del grano o ensilaje (ver nota 1).

4. SIMBOLOGIA

4.1 Los símbolos utilizados en este Código son:

S = Distancia entre anillos de refuerzo (m).

E = Módulo de young (N/m²).

T = Espesor de la pared del silo metálico (m).

r = Radio exterior del silo o de los anillos de refuerzo (m).

NOT A 1 El porcentaje P.C. de un grano es aumentado entre el 4 y 5 % durante la fermentación en el ensilaje en la torre; la cantidad exacta depende del tipo de fermentación.

- u = Número de Poisson (0,3 para acero).
 I = Momento de inercia del anillo de refuerzo (m^4).
 P = Depresurización permisible de la presión interior en el silo, bajo la presión atmosférica, utilizada para el cálculo de pandeo bajo succión interior.
 f_{crit} = Tensión compresiva axial que causaría inestabilidad por pandeo elástico del cilindro.
 P_{crit} = Depresurización bajo la presión atmosférica de la presión interior del cilindro, que causaría inestabilidad por pandeo elástico de la pared del cilindro.

4.2 Otros símbolos han sido aclarados en el numeral 3.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Dimensiones.

5.1.1 Siempre que se cumplan los requerimientos estructurales, la altura estará limitada por la necesidad de secar consistentemente a contenidos de humedad que eviten riesgo innecesario de formación de presiones de líquidos y de efluentes (ver Anexo C).

5.1.2 El diámetro del silo está limitado por la necesidad de asegurar que la velocidad de consolidación del contenido (en caso de forraje) pueda ser alcanzada por el equipo de alimentación disponible y mantenerse también la velocidad de descarga.

5.2 Cimientos, anclaje y localización.

5.2.1 Cimientos.

5.2.1.1 Los cimientos deben considerarse como parte integrante del diseño y construirse de acuerdo con las especificaciones relevantes del Código Ecuatoriano de la Construcción. El cimiento debe proveer contacto uniforme para garantizar también presión uniforme en todos los apoyos de la pared del silo. El drenaje de la presión por líquidos debe garantizarse de conformidad con el numeral 6.3.

Sea estructural o no, el concreto que tenga contacto con efluentes no debe tener menos de 150 mm de espesor vertical y debe hacerse de concreto denso por lo menos de 30 N/mm^2 de resistencia a la compresión, con un contenido mínimo de cemento de 330 kg/m^3 . El cemento utilizado debe cumplir los requisitos de las Normas INEN respectivas, pero, en todo caso, deberá presentar resistencia al ataque de la efluentes. El tipo de éstas deberá determinarse en cada caso; una guía al respecto se da en el Anexo D.

5.2.2 Anclaje.

5.2.2.1 El cilindro del silo deberá ser anclado con seguridad al cimiento, cuando el cálculo establezca que el peso propio del silo es insuficiente para soportar los esfuerzos laterales del viento combinados con los interiores producidos por el ensilaje. Un método para el cálculo de la estabilidad del silo al vuelco se da en el Anexo F.

5.2.3 Localización.

5.2.3.1 El silo deberá estar localizado de tal modo que la pared del mismo esté por lo menos a 60 m de lugares habitados.

5.3 Esfuerzos.

5.3.1 Los esfuerzos que se suponen para el diseño del silo debe calcularse según 5.3.3 para silaje M.A.S. y según 5.3.4 para silos de propósito general.

5.3.2 Para el cálculo de los esfuerzos, los pesos unitarios de los materiales constructivos deben estar de acuerdo con las Normas INEN correspondientes.

5.3.3 Silos para silaje M.A.S.

5.3.3.1 *Carga impuesta de cubierta.* La carga impuesta de cubierta deberá determinarse en cada caso de acuerdo a las prácticas industriales más aceptadas.

5.3.3.2 *Carga del viento.* La estructura, armazón de soporte, cimientos, aditamentos, como escaleras y ductos, junto con las conexiones apropiadas y fijaciones respectivas, debe diseñarse para resistir presiones del viento. Para el diseño contra viraje la velocidad V_v del viento utilizada para el diseño, debe basarse en cálculo para una vida útil de 30 años. El silo debe ser lo suficientemente rígido para resistir, sin exceder los límites permisibles, la distorsión debida a la variación de presión alrededor del silo, tomando para esto una velocidad del viento de $0,8 \times V_v$, basado en el cálculo de vida útil de 30 años.

Considerando juntamente con las fuerzas de levantamiento del silaje (calculado según 5.3.3.6 b) las fuerzas de levantamiento debidas al viento, cuando se requiere anclaje, deben calcularse por velocidad V_v , basada en una vida útil de 2 años, y de 30 años cuando se considera sólo el peso propio de la paredes del silo

El área equivalente del cilindro usada para calcular el esfuerzo del viento en un silo puede tomarse como:

$$(d_s + 0,6) \times (h_s + 0,3 d_s)$$

5.3.3.3 *Presión del gas interior.* Cuando sea necesario, el silo deberá tener válvulas para prevenir la formación de presiones negativas o positivas en el interior. Las válvulas deben tener el tamaño adecuado para prever la apertura de los mismos a presiones 1,5 veces mayor que el valor de la presión a la cual se abre normalmente.

ANEXO C

GUÍA PARA EL USO DE SILOS DE FORRAJE

C.1 Humedad recomendada. Se recomienda que para silaje M.A.S. el contenido de humedad esté de acuerdo a las Tablas 1, 2 y 3. El tonelaje de materia seca en cada caja de silaje se da también para silos de 5, 6 y 7 metros de diámetro interior. Para cereal entero, maduro y para silaje de maíz, se aplican los contenidos de humedad de la Tabla 3.

El ensilaje de productos con humedad superior a la indicada debe evitarse debido a los posibles excesos de presiones que luego pueden causar daños estructurales.

Bajo los límites de humedad indicados, se corre el riesgo de sobrecalentamiento y, en casos extremos, de fuego.

TABLA 1

HUMEDAD RECOMENDADA PARA MADUREZ MEDIA

(P.C 12% ; fibra M.A.S. - 28%)

RANGO DE HUMEDAD (%)	MATERIA SECA (toneladas)			PROFUNDIDAD h_s m
	SILO DE 5 m	SILO DE 6 m	SILO DE 7 m	
	0	0	0	máximo 10 % de h_s
65 - 75	15	20	30	0-5
60 - 70	20	30	40	5 - 10
55 - 65	25	40	50	10 - 15
50 - 60	35	45	65	15 - 20
45 - 55	40	55	75	20- 25

TABLA 2.

HUMEDAD RECOMENDADA PARA PRODUCTOS FRESCOS
(P.C. 18% - fibra M.A.S. - 24%)

RANGO DE HUMEDAD (%)	MATERIA SECA (toneladas)			PROFUNDIDAD h_u m
	SILO DE 5 m	SILO DE 6 m	SILO DE 7 m	
	0	0	0	máximo 10 % de h_u
65 - 75	10	10	15	0 - 2,5
60 - 70	10	15	20	2,5 - 5
55 - 65	25	40	50	5 - 10
50 - 60	35	50	65	10 - 15
45 - 55	40	55	80	15 - 20
40 - 50	45	70	95	20 - 25

TABLA 3

HUMEDAD RECOMENDADA PARA SILAJ E MADURO
(P.C 8% ; fibra M.A.S. -32%)

RANGO DE HUMEDAD (%)	MATERIA SECA (toneladas)			PROFUNDIDAD h_u m
	SILO DE 5 m	SILO DE 6 m	SILO DE 7 m	
	0	0	0	máximo 10 % de h_u
70 - 75	10	20	25	0-5
65 - 75	20	25	40	5 - 10
60 - 70	20	30	45	10 - 15
55 - 65	25	35	50	15 - 20
50 - 60	30	45	60	20 - 25

C.2 Control de pérdidas.

C.2.1 Las pérdidas de nutriente se reducen siempre que:

- a) el silaje es consolidado rápidamente durante el llenado, preferiblemente a 500 kg/m^3 en tres días (mínimo 400 kg/m^3), para reducir el riesgo de sobre calentamiento,
- b) las superficies del silaje se cierran, para reducir la entrada de oxígeno,
- c) la descarga es lo suficientemente rápida, para evitar que la superficie del silaje se recaliente.

C.2.2 *Velocidad de llenado.* La velocidad de consolidación del silaje depende esencialmente del promedio de toneladas ensiladas por día, de su contenido de humedad y del diámetro del silo.

Para poder cumplir con C.2.1 a), deben alcanzarse los valores de llenado de la Tabla 4. Bajo condiciones normales, estas tasas de llenado son las mínimas requeridas para obtener una densidad de 400 kg/m^3 de ensilaje. La Tabla 4 se basa en las siguientes suposiciones:

- a) la velocidad de llenado es mantenida durante 8h diarias, en buenas condiciones (esto es, no hay demoras ni interrupciones por mal tiempo u otras causas),
- b) el promedio de la velocidad de llenado para tres días, bajo condiciones regulares (esto es, considerando demoras e interrupciones), no es inferior a 0,7 veces el valor obtenido para buenas condiciones.

Para obtener la densidad preferible de 500 kg/m^3 , se requieren velocidades de llenado aproximadamente 50 % más elevadas que las consignadas en la Tabla 4. Si se mantienen esas velocidades de llenado, el peligro de sobre calentamiento se minimiza.

En los silos provistos de descargadores de chimenea, el valor más alto de la velocidad de llenado, para dar 500 kg/m^3 en tres días, es esencial para evitar sobre calentamientos secundarios.

La elección del diámetro del silo debe hacerse conjuntamente con la elección de la maquinaria, de modo que la velocidad de llenado requerida pueda ser alcanzada, para valores recomendados de humedad en el fondo del silo.

TABLA 4. Relación entre velocidad de llenado y diámetro del silo

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			Velocidad mínima de llenado para alcanzar densidad de 400kg/m en 3 días (toneladas de materia seca por hora).		
forraje fresco	forraje promedio	forraje maduro	Diámetro del silo (m)		
			5 m	6 m	7 m
65	70	75	0,6	0,9	1,2
60	65	70	1,0	1,5	2,0
55	60	65	1,6	2,2	3,1
50	55	60	2,4	3,4	4,6
45	50	55	3,4	4,9	6,6
40	45	50	5,0	7,1	9,7

Cuando las condiciones permiten un día más largo de trabajo, y hay menos demoras e interrupciones, la velocidad de llenado puede reducirse proporcionalmente.

C.2.3 Control de la atmósfera en la masa de silaje. Tanto las pérdidas de nutriente como el sobrecalentamiento ocurren cuando penetra oxígeno en la masa de silaje. El cerrar el silaje, para limitar la cantidad de oxígeno que penetra, es particularmente importante durante el llenado, cuando ocurren la mayoría de las pérdidas y el calentamiento.

Donde sea posible, la superficie del silaje debe cubrirse con una hoja impermeable, cuando el llenado no esté efectuándose, durante el período de almacenamiento y durante interrupciones en la descarga. Antes de entrar al silo para colocar o retirar esta hoja impermeable, el operador debe cerciorarse de que el silo esté bien ventilado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

En los silos en los cuales el silaje es removido de una compuerta en la base, se debe tener mayor cuidado para limitar la cantidad de oxígeno que entra a la masa del silaje. De lo contrario, la compuerta debe mantenerse totalmente cerrada. Se debe tener especial cuidado para evitar que se abran simultáneamente compuertas en el fondo y en el tope superior del silo, toda vez que esto permitirá un flujo de aire a través del silaje flojo por la descarga, con riesgo de sobrecalentamiento y, en casos extremos, riesgo de incendio y explosión.

C.2.4 Velocidad de descarga. Durante el vaciado de un silo con descarga en la parte superior, el sobrecalentamiento secundario es improbable, siempre y cuando la velocidad de descarga exceda a $20 \frac{\text{kg M.S.}}{\text{m}^2 \text{ día}}$. El diámetro del silo no debe exceder aquel valor al que esta velocidad puede ser alcanzada para el valor mínimo de alimentación diaria. Las velocidades mínimas de descarga para silos de 5, 6 y 7 m de diámetro se dan en la Tabla 5.

TABLA 5. Velocidades mínimas de descarga

Diámetro del silo (m)		
5	6	7
kg M.S. día	kg M.S. día	kg M.S. día
390	570	770

C.3 Precauciones en el uso de silos para silaje M.A.D.

C.3.1 El silo vertical es más eficiente al usarse para conservar silaje M.A.D. con los contenidos de humedad recomendados en las Tablas 1, 2 y 3. El silaje correctamente húmedo se consolidará en el silo a densidad aproximada de 900 kg/m³, asegurando pérdidas mínimas, capacidad máxima y la inexistencia de presión líquido lateral o de efluentes. Las siguientes precauciones deben observarse durante la operación del silo:

- Se debe hacer todo lo posible para llenar con silaje a la humedad recomendada en las Tablas 1, 2 y 3.
- Durante el llenado, el valor de contenido de humedad debe controlarse, usando el método recomendado por el fabricante o por el proveedor.
- Si el silo se ha llenado accidentalmente con grano más húmedo que lo recomendado, el efluente debe empezar a chorrear de las juntas; en caso extremo, se puede presentar un flujo de mayores proporciones a través de las juntas en un área superior y el silo puede resultar sometido a sobretensiones. De presentarse este fenómeno, el llenado debe interrumpirse de inmediato. El silaje almacenado al nivel del flujo indebido, debe descargarse en primer lugar, antes de recargar el silo nuevamente. Cuando un silo presenta fugas de efluentes, debe inspeccionarse por corrosión, y debe repararse donde amerite el daño, antes de ser recargado.
- El silaje debe distribuirse uniformemente alrededor del eje central de silo.

ANEXO D



COMPOSICION DEL EFLUENTE

D.1 La acidez del efluente varía de pH 3,7 a 5,5

Los constituyentes más agresivos son:

- ácido láctico - 5 %
- ácido acético - 1,5%
- ácido butírico - 0,5 %
- sulfato (SO_3) - 100 partes por 100 000.

ANEXO E: Análisis bromatológico del silaje de avena T2

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	
	INFORME DE ANÁLISIS <small>(Vía Interodródica Km. 14, Oranja del MAG, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-445 Ext. 235)</small>	

Hoja 1 de 1
INF N° B130172

Persona o Empresa solicitante: Sr. Edison Villarreal
País : Ecuador
Provincia : Carchi
Cantón : Tulcán
Teléfono : 0994166369
Fecha de ingreso de la muestra: 08/04/13
Fecha inicio análisis : 09/04/13
Fecha finalización análisis: 12/04/13
No. de Factura: 12234

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : SILOS DE AVENA T 2

Código No.: B130211

Lote : ND

Tipo de Envase: Funda plástica.

Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 23.2 C HR: 48%

Forma de Conservación: Refrigeración, resguardado de la luz.

Muestreo: Responsabilidad del cliente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B130211	SILOS DE AVENA T 2	Humedad	82.79	%	Gravimétrico	-----
		Materia Seca	17.21	%	PEEL-B/01	-----
		Cenizas	10.91	%	Gravimétrico	-----
		Proteína (N X 6.25)	13.41	%	Kjeldahl	-----
		Grasa	2.03	%	Soxhlet	-----
		Fibra	33.85	%	Gravimétrico	-----
		ENN*	39.80	%	Cálculo	-----

*ND= No declarado ; ENN= Elementos No Nitrogenados

Analizado por:
 Lic. Nuvia Pérez
 BQ. Gina Ortiz


BQ. Gina Ortiz
 Representante Técnico


 PROCESO DESCONCENTRADO CARCHI

RECIBIDO

Recibido por: Elizabeth Flores
 Fecha: 26-04-2013
 Hora: 17:30
 N° base: P

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01

ANEXO F: Análisis bromatológico del silaje de avena T3

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	
	INFORME DE ANÁLISIS	
(Vía Interceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef.: 02-2372-845 Ext.: 235)		

Hoja 1 de 1
INF N° B130171

Persona o Empresa solicitante: Sr. Edisson Villarreal

País : Ecuador

Provincia : Carchi

Cantón : Tulcán

Teléfono : 0994166369

Fecha de ingreso de la muestra: 08/04/13

Fecha inicio análisis : 09/04/13

Fecha finalización análisis: 12/04/13

No. de Factura: 12234

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : SILOS DE AVENA T3

Código No.: B130210

Lote : ND

Tipo de Envase: Funda plástica.

Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 23,2 C HR: 48%

Forma de Conservación: Refrigeración, resguardado de la luz.

Muestreo: Responsabilidad del cliente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B130210	SILO DE AVENA T3	Humedad	80,66	%	Gravimétrico PEEL-B/01	----
		Materia Seca	19,34	%		----
		Cenizas	10,81	%	Gravimétrico PEEL-B/04	----
		Proteína (N X 6,25)	16,82	%	Kjeldahl PEEL-B/02	----
		Grasa	2,49	%	Soshlet PEEL-B/03	----
		Fibra	33,63	%	Gravimétrico PEEL-B/05	----
		ENN*	36,25	%	Cálculo	----

*ND= No declarado ; ENN= Elementos No Nitrogenados

Analizado por:

Lic. Nuvia Pérez

BQ. Gina Ortiz

BQ. Gina Ortiz
Representante Técnico



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01

ANEXO G: Análisis bromatológico del silaje de avena Testigo

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	
	INFORME DE ANÁLISIS	
<small>(Vía Interceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Teléfono: 02-2372-845 Ext.: 235)</small>		

Hoja 1 de 1
INF N° B130173

Persona o Empresa solicitante: Sr. Edisson Villarreal

País : Ecuador
Provincia : Carchi
Cantón : Tulcán
Teléfono : 0994166369

Fecha de ingreso de la muestra: 08/04/13

Fecha inicio análisis : 09/04/13

Fecha finalización análisis: 12/04/13

No. de Factura: 12234

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : SILOS DE AVENA TESTIGO

Código No.: B130212

Lote : ND

Tipo de Envase: Funda plástica.

Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 23.2 C HR: 48%

Forma de Conservación: R

refrigeración, resguardado de la luz.

Muestreo: Responsabilidad del cliente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B130212	SILO DE AVENA TESTIGO	Humedad	80.38	%	Gravimétrico PEEL-B/01	-----
		Materia Seca	19.62	%		-----
		Cenizas	10.31	%	Gravimétrico PEEL-B/04	-----
		Proteína (N X 6,25)	15.33	%	Kjeldahl PEEL-B/02	-----
		Grasa	1.85	%	Soxhlet PEEL-B/03	-----
		Fibra	28.31	%	Gravimétrico PEEL-B/05	-----
		ENN*	44.20	%	Cálculo	-----

*ND: No declarado ; ENN: Elementos No Nutricionales

Analizado por:

Lic. Nuvia Pérez

BQ. Gina Ortiz

BQ. Gina Ortiz
Representante Técnico

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.

Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01



PROCESO DESCONCENTRADO CARCHI
RECIBIDO

Recibido por: *Lizbeth Flores*

Fecha: *26/04/2013*

Hora: *17:30*

N° Transito: *162*