

“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.”

Edisson Wladimir Villareal Vizcaino.
Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)
Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)
Nuevo Campus, Av. Universitaria y Artesana
Tulcán-Ecuador
edissonvillarreal1@ hotmail.com

Resumen

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 silaje.

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 no presentan relevancia estadística significativa, por lo que los niveles de tamaño de partícula y porcentaje de extracto de caña de maíz no influye en la calidad de un ensilaje.

Palabras Claves: Avena, silaje, extracto.

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 don't represent a meaningful statistical relevance so that the levels of particle size and the percentage of corn cane extracts don't influence in obtaining a different silage.

KEYS WORDS: oat, silage, extract

1. 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 sumamente 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.

2. Materiales y Métodos

Las materias prima que se utilizaron fueron: Avena (*Avena sativa*) Extracto de caña de maíz (*Zea mays*) Los insumos y materiales del ensayo fueron: agua destilada, 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.

Datos Informativos del Ensayo.

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

Factores en estudio.

En la investigación los factores en estudio fueron el tamaño de partícula de avena (*Avena sativa*) con tres tamaños que son: 2, 4 y 6 centímetros y extracto de caña de maíz (*Zea mays*), para la obtención de de un silaje de avena.

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%

Se utilizó diseño experimental de diseño completo al azar, con dos factores A*B + 1, 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 c

de partícula y 3% de melaza obedeciendo a un arreglo factorial A*B + 1. Para evaluar estadísticamente la investigación se determinó análisis de varianza; en los casos donde hubo significancia se aplicó prueba de Tukey para diferenciar los tratamientos al 5%.

Las variables que se evaluaron son:

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

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 trabajó 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

Rendimiento.- El rendimiento se calculó en kg por tratamiento.

Costo – beneficio.- Para determinar esta variable se calculó el costo de producción de cada tratamiento y de igual manera para una producción comercial.

Resultados y discusión.

Análisis estadístico para pH

El coeficiente de variación (CV) para pH es de 5.71

Tabla 1: 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
TAM*EXTR. MA	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 22: Prueba de significación de pH mediante TUKEY en tamaño

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

Elaborado por: (Villarreal, 2012)

Tabla 3: Prueba de significación de pH mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

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

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)

Análisis estadístico para g

El coeficiente de variación (CV) para grados Brix es de 11.03.

Tabla 4: 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
TAM*EXTR. M	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 5: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en tamaño

TAMAÑO	Medias	n	E.E.
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 6: Prueba de significación de grados Brix mediante TUKEY en extracto de caña de maíz.

EXTR. MAIZ	Medias	n	E.E.
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).

Análisis estadísticos para materia seca MS

El coeficiente de variación (CV) para Materia

Tabla 3: Análisis de la Varianza para Materia seca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
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
TAM*EXTR. M	2,37	4	0,59	1,11	0,3788
Error	10,67	20	0,53		
Total	27,87	29			

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

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

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

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

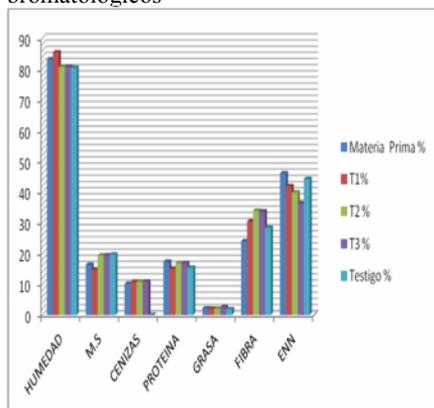
Elaborado por: (Villarreal, 2012)

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

Análisis bromatológicos.

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

Gráfico 1: Comparación de análisis bromatológicos



Fuente: (Villarreal, 2012)

Podemos observar en el gráfico número 1, 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.

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 silaje 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.

Conclusiones y Recomendaciones.

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:

- 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.
- 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 caña 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
- Mediante resultados de análisis bromatológicos mostrados en el gráfico número 1, 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.
- En el 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.

Recomendaciones.-

- 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.
- 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.

Creado con

- c. Se sugiere realizar posteriores investigación sobre los tipos de microorganismos y su etología en la fermentación óptima del ensilaje para la obtención de una cantidad adecuada de ácido láctico.

Bibliografía

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

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

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

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

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 Nacionl de Estadistica y Censos*. Recuperado el 11 de Febrero de 2012

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

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.