

## Original

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE UN ENSILADO PARA LA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO A PARTIR DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DEL TRILLADO DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*) Y SANGORACHE (*AMARANTHUS HYBRIDUS L.*)

Evaluation of the nutritious quality of a silage for the feeding of dairy cattle from the residues from the Quinoa trillate (*Chenopodium Quinoa Willd*) and Sangorache (*Amaranthus Hybridus L.*)

Manuel Enrique Fernández-Paredes. Universidad Técnica de Cotopaxi,

[manuel.fernandez@utc.edu.ec](mailto:manuel.fernandez@utc.edu.ec). Ecuador

Luz Clemencia Zumba-Montes. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones

Agropecuarias.Ecuador

Guadalupe de las Mercedes López-Castillo. Magister en Gestión de la Producción. Universidad

Técnica de Cotopaxi [guadalupe.lopez@utc.edu.ec](mailto:guadalupe.lopez@utc.edu.ec). Ecuador

Recibido: 1/11/2017 Aceptado: 13/12/2017

## RESUMEN

La presente investigación fue enfocada a la evaluación de la calidad nutritiva de un ensilado a partir de los residuos provenientes del trillado del cultivo de quinua y sangorache para la alimentación del ganado lechero. Los residuos de la cosecha de la trilla de la quinua mediante la evaluación del ensilaje, de los cuales los microsilos de los diferentes tratamientos fueron llevados a un monitoreo cada cinco de pH, acidez, azúcares totales que se fue evaluando su calidad fermentativa durante treinta días. El control de hongos, levaduras y aerobios totales fue importante porque se observó la calidad microbiológica en el ensilaje; mientras mayor cantidad de azúcares presentes en el ensilado, las bacterias lácticas se proliferaron más rápido y generó una buena fermentación, bajando significativamente el pH. La mejor formulación correspondiente t6 (residuos de sangorache + 1% urea + 10% de melaza + 0,08% BAL) con un pH de 4,71 el mismo que presentó una buena calidad nutritiva. Los mejores tratamientos presentaron un mayor contenido de proteína y aumento de minerales debido a la adición de diferentes concentraciones de urea y melaza. Se realizó digestibilidad in vitro mediante el cual se analizó la cantidad de materia que puede ser digestible obteniendo el tratamiento t5 (residuos de sangorache + 1% de urea + 5% de melaza + 0,08% BAL) tiene el 76,33% de DIVMS. Finalmente se determinó el costo de cada microsilo en \$ 1,751 más el 25% de utilidad

sugerido para productos alimenticios para animales, teniendo un P.V.P. de \$ 2,18 por 1,5 kg de microsilo.

**PALABRAS CLAVE:** quinua; sangorache; residuos de la cosecha; ensilado

## **ABSTRACT**

The present investigation was focused on the evaluation of the nutritive quality of a silage from the residues coming from threshing of the quinoa and sangorache crop for feeding dairy cattle. The residues from the harvest of threshing of the quinoa by the evaluation of the silage, of which the microsilos of the different treatments were taken to a monitoring every five of pH, acidity, total sugars that was evaluating its fermentative quality during thirty days. The control of fungi, yeasts and total aerobes was important because the microbiological quality was observed in silage; while the higher amount of sugars present in the silage, the lactic bacteria proliferated faster and generated a good fermentation, lowering the pH significantly. The best corresponding formulation t6 (residues of sangorache + 1% urea + 10% molasses + 0.08% BAL) with a pH of 4.71 the same that presented a good nutritional quality. The best treatments had a higher protein content and increased minerals due to the addition of different concentrations of urea and molasses. In vitro digestibility was performed by analyzing the amount of matter that can be digestible by obtaining the t5 treatment (residues of sangorache + 1% urea + 5% molasses + 0.08% BAL) having 76.33% of DIVMS. Finally the cost of each microsilo was determined at \$ 1,751 plus 25% of suggested utility for animal food products, having a P.V.P. of \$ 2.18 per 1.5 kg of microsilo.

**KEY WORDS:** quinua; sangorache; crop residues; ensiling

## **INTRODUCCIÓN**

La producción del cultivo de quinua y sangorache es una de las alternativas que impulsan el programa de cultivos andinos del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de la Estación Santa Catalina desde el año 1986, generando e innovando nuevas variedades de quinua y sangorache. Así como el programa de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi desde el año 2010, junto al Ing. Marco Rivera, Ing Edwin Cevallos y el Ministerio de Agricultura y Pesca (MAGAP) desde el año 2012 en algunas provincias del país, por motivo del cual genera gran cantidad de residuos siendo desechos agroindustriales y se ha observado de esta manera optar por la elaboración de ensilaje para el uso en la alimentación de ganado en épocas de escasez durante todo el año.

Con el ensilaje podemos economizar alimentos concentrados y utilizar los subproductos que aumenta la capacidad para sostener más animales por hectárea, una de las mejores ventajas es que se puede ensilar en cualquier época, siempre cuando hay gran cantidad de forrajes y residuos de los desechos agroindustriales. En el presente trabajo se planteó evaluar la calidad nutritiva del ensilaje con los residuos de quinua y sangorache mediante el uso de aditivos para mejorar la productividad y el consumo.

De acuerdo a Peralta, E(2008) “La quinua es una planta autóctona de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en algún valle de la Zona Andina y la mayor variabilidad se observa a orillas del Lago Titicaca y en su historia se reconoce que fue utilizada como alimento desde hace 5000 años. La quinua constituye un cultivo de importancia económica en Perú y Bolivia, la producción sirve para el consumo interno y la exportación”.

Las provincias en las que se cultiva actualmente la quinua, en orden de importancia, son: Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Carchi y Tungurahua. Investigadores como Álvarez, E (2002), Disenos, C (2010), se refieren a sus características, planteando que la quinua es una planta que puede alcanzar una altura entre 1 a 2,30 m; botánicamente no pertenece al grupo de los cereales, pero por su elevado contenido de almidón es considerada como un pseudocereal. Posee un tallo principal con hojas sin ramas secundarias. Es de forma cilíndrica, termina en una inflorescencia. Alcanza una altura entre 50 y 250 cm. Las hojas pueden ser, verdes, rojas o moradas. Son poliformes, es decir poseen diferentes formas de hojas en una misma planta. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos; pueden ser hermafroditas o postiladas.

La quinua tiene una inflorescencia terminal en punta, que da lugar a una panoja cargada de semillas. Es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se difieren porque pueden ser axilares y terminales. El fruto es un aquenio indehiscente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2,66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad. (Rojas, 2003).

La quinua es un alimento rico por la presencia de 10 aminoácidos esenciales para el ser humano, lo cual hace que sea un alimento muy completo y de fácil digestión. Tradicionalmente se consume como harina. También pueden ser cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se fermenta para obtener cerveza o chicha. Las semillas (granos) se utilizan previa eliminación del contenido amargo (Saponina del episperma) en forma de ensaladas, entradas, guisos, sopas, postres, bebidas, pan, galletas, tortas. Además se puede

utilizar para la elaboración de distintos tipos de panes, tanto tradicionales como industriales, ya que permite mejorar características de la masa, haciéndolo más resistente, lo cual favorece una buena absorción de agua.

La planta completa en su estado de floración se usa como forraje verde para los animales, las partes de la planta que quedan después de la cosecha, finamente picada o molida para elaborar concentrados y suplementos alimenticios incluso los residuos son utilizados como forraje dado al alto contenido nutricional y digestibilidad. Los granos (semillas) hervidas para la crianza de pollos, patos, pavos y codornices; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumentan considerablemente la producción láctea.

El cultivo de la quinua tiene un periodo de 6 a 8 meses hasta cuando la planta alcanza su madurez, que es cuando se ha defoliado y la panoja adquiere un color típico de madurez y el grano ofrece resistencia a la presión con las uñas. La trilla se puede hacer manualmente (con palos o varas) o utilizando trilladoras estacionarias o combinadas. Luego de ello se obtiene gran cantidad de residuos. (Peralta, E., 2008).

El sangorache es un grano originario de Sudamérica, su cultivo se mantiene en Ecuador, Perú, Bolivia y noroeste de Argentina, en áreas templadas y valles interandinos, desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. En el Ecuador se distribuye en Galápagos, Sierra y Amazonía. La especie en el país no se encuentra dentro de ninguna categoría de amenaza de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Peralta, E, Mazón N, y Rivera M y Villacres E.(2008). “El ataco o sangorache es un cultivo que tiene un alto contenido de proteínas y un balance adecuado de aminoácidos esenciales que poseen sus semillas y hojas, principalmente lisina y triptófano.

Tradicionalmente las plantas de sangorache son cultivadas en la sierra ecuatoriana aisladamente. Su uso ha sido muy limitado y en muchas localidades se ha perdido. Es a partir de la década de 1980 cuando cobra importancia debido a su alta calidad nutritiva.

Según Peralta, Villacrés, Mazón, Subía, y Rivera (2008). El ataco o sangorache es una planta anual de tipo arbustivo herbáceo, erecta poco ramificada de color verde al inicio de crecimiento y morado o púrpura a la madurez.

- La raíz es pivotante, con abundantes raíces secundarias y terciarias. Dependiendo de los suelos pueden llegar hasta 40 cm o más de profundidad.
- El tallo es de forma cilíndrica, con ángulos y estrías gruesas longitudinales, de color púrpura. Dependiendo de la densidad de siembra, y de la fertilidad de los suelos, puede medir hasta 4cm de diámetro en su base y la altura puede llegar hasta 2.0 cm.

- Las hojas son simples, alternas y opuestas, pecioladas, con bordes levemente ondulados. De tamaño variable entre 3 y 15cm de largo y de 1,5 a 10 cm de ancho, de forma ovalada con extremos subagudos, glabras, verdes, en épocas tempranas de crecimiento y moradas o púrpuras a la madurez de la planta, con nervaduras prominentes.
- Las inflorescencias son terminales o auxiliares, de tipo amarantiforme o glomular, muy vistosas, erectas o decumbentes, de la panoja madura puede llegar hasta 50cm
- Las flores son unisexuales, pequeñas, estaminadas o pistiladas. Un glómulo puede tener hasta 250 flores femeninas, son predominantemente autógamas, pero se ha observado polinización cruzada, por acción de los insectos o el viento, principalmente.
- El fruto es una cápsula pequeña que botánicamente corresponde a un pixidio unilocular, que a la madurez se abre para dejar caer por la parte superior u opérculo, dejando al descubierto la parte inferior llamada urna, donde se aloja la semilla.
- La semilla es dura, lo que genera la dificultad para moler. En el grano se distinguen el episperma cubierta de la semilla, el endosperma o segunda capa, el embrión formado por los cotiledones (rica en proteína) y la parte interna llamada perisperma (rica en almidones).

Mujica, et al (1997) le conceden gran importancia porque el sangorache posee alto contenido de proteínas y balance adecuado de aminoácidos esenciales que poseen sus semillas y hojas, principalmente lisina, metionina y triptófano, en forma de grano, harina, grano tostado u hojuelas, es utilizada tanto en sopas y guisos como en panqueques, mazamorras, panes y ensaladas.

- La presencia de pigmentos de color púrpura o negro en las hojas e inflorescencias, el colorante característico del ataco es la amarantina, de amplio uso en culinaria, industria alimenticia y textil (Villacrés, E., 2008).
- Excelente producción de materia verde y uso como planta forrajera en la alimentación del ganado.
- Los residuos de la cosecha pueden ser utilizados para la alimentación animal dado el alto nivel de proteína y adecuada digestibilidad.
- Tener eficiente asimilación del nitrógeno, lo que ha demostrado por abundancia de proteína en sus hojas y semillas y por presentar altas concentraciones de nitratos en el líquido vacuolar de las células.

Del sangorache se utiliza todo, el grano o la planta en sí, que se emplea para ensaladas o

como forraje. A partir de esa riqueza nutricional, en ocasiones se lo ha propuesto como panacea, esto es el utópico remedio universal para curar todos los males. Su alto contenido en hierro lo acredita para mejorar las anemias, y la lisina, aminoácido esencial. (Villacrés, E. 2008).

## POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente estudio se efectuó bajo un diseño factorial A\*B\*C (322) con tres réplicas, lo cual permitió evaluar efectos combinados o interacciones entre los factores. El factor A con tres niveles, el factor B con dos niveles y el factor se C con dos niveles dando un total de 36 tratamientos.

Modelo matemático

$$Y_{ijk} : u + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + s_{ijkl}$$

Donde

u=efecto global

A<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo nivel del factor A

B<sub>j</sub> = efecto del j-ésimo nivel del factor B

C<sub>k</sub> = efecto del k-ésimo nivel del factor C

(AB)<sub>ij</sub> =efecto de la interacción entre do factores A y B

(AC)<sub>ik</sub> = efecto de la interacción entre do factores A y C

(BC)<sub>jk</sub> = efecto de la interacción entre do factores B y C

(ABC)<sub>ijk</sub> = efecto de la interacción entre los factores A, B y C

R<sub>l</sub> = efecto de la replicación del experimentos

s<sub>ijkl</sub> = residuo o error experimental

Factores en estudio

FACTOR A. Tipo de residuos (TR)

a1 Rastrojo de quinua

a2 Rastrojo de sangorache

a3 (Rastrojo de quinua+ Rastrojo de sangorache).

FACTOR B .Concentraciones de urea (CU)

b1 1%)Urea

b2 1,5%Urea

FACTOR C. Concentraciones de melaza (CM).

c1 5% Melaza

02 10% Melaza

Tratamientos en estudio

Se utilizaron 12 tratamientos con 3 réplicas, los mismos que se detallan a continuación.

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Réplicas	Tratamientos	Descripción
I, II, III	t1 (a1b1c1)	93,92% Residuos de quinua + 1% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	T2 (a1b1c2)	88,92% Residuos de quinua + 1% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	t3 (a1b2c1)	93,42% Residuos de quinua + 1,5% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	t4 (a1b2c2)	88,42% Residuos de quinua + 1,5% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	T5 (a2b1c1)	93,92% Residuos de sangorache + 1% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus)
	t6 (a2b1c2)	88,92% Residuos de sangorache + 1% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus)
	t7 (a2b2c1)	93,42% Residuos de sangorache + 1,5% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	T8 (a2b2c2)	88,42% Residuos de sangorache + 1,5% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL. (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	t9 (a3b1c1)	46,96% Residuos de quinua + 46,96%

Calidad nutritiva de un ensilado para la alimentación de ganado

		Residuos de sangorache + 1% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus)
	T10 (a3b1c2)	44,46% Residuos de quinua + 44,46% Residuos de sangorache + 1% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus)
	T11 (a3b2c1)	46,71% Residuos de quinua + 46,71% Residuos de sangorache + 1,5% melaza + 5% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)
	t12 (a3b1c1)	44,21% Residuos de quinua + 44,21% Residuos de sangorache + 1,5% melaza + 10% melaza + 0,08% BAL (Streptococcus thermophilus y Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus.)

Análisis estadístico

Análisis funcional. Se efectuó el procesamiento de la información obtenida mediante el paquete informático para evaluar la significación del experimento se utilizó el programa Infostad L/S, el mismo que es un programa estadístico que permite procesar los datos experimentales A\*B\*C, obteniendo datos de probabilidades de aceptación o rechazo de las hipótesis. Para los tratamientos significativos se aplicó la prueba de Tukey al 5% seleccionando los tratamientos que se encuentran ubicados en los primeros lugares de los rangos estadísticos, evaluando los tratamientos y determinando cual es la mejor formulación de ensilado para ganado lechero a nivel de laboratorio.

VARIABLES e indicadores

CUADRO 1. VARIABLES E INDICADORES PARA EL CONTROL DURANTE LA FASE DE FERMENTACIÓN CADA CINCO DÍAS

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES/ DIMENSIONES	
Elaboración de un ensilado	Tipos de residuos Residuos de quinua Residuos de sagarache	Análisis físico-químico	pH
			Acidez
			Humedad
			Azúcares
			Contenido de cenizas

	Aditivos Urea Mezcla	Análisis microbiológico	Hongos y levadura
			Aerobios totales

CUADRO 2 VARIABLES E INDICADORES DE LOS MEJORESTRATAMIENTOS AL INICIO Y FINAL DE LA FASE DE FERMENTACION

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES/ DIMENSION E S	
Elaboración de un ensilado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de residuos</li> <li>Residuos de quinua</li> <li>Residuos de sangorache</li> <li>Aditivos</li> <li>Urea</li> <li>Melaza</li> </ul>	Análisis proximal	Extracto libre de nitrógeno.
			Fibra Cruda (FC)
			Extracto etéreo (EE)
			Contenido de minerales
			Contenido de proteína.
			Contenido de (FDN- FDA)
			Energía metabolizable
			Contenido de lignina.
			Digestibilidad in vitro.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Evaluación del pH

Para la verificación del pH se utilizó un pHmetro durante seis intervalos de tiempo (0,5, 10, 15, 20, 25, 30) días lo cual indica el grado de acidez durante la fermentación. (Método INEN 389. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Evaluación de la acidez durante el proceso de fermentación.

Para la verificación de la acidez se pesó 1 gr de la muestra de ensilado fermentado, durante seis intervalos de tiempo (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30) días lo cual indica el grado de acidez durante la fermentación, se añaden 9 ml de agua destilada en recipientes esterilizados durante 30 minutos en reposo, se filtran las muestras y se procede a titular con una solución de NaOH 001 N usando fenolftaleína como indicador, hasta que la muestra presente un color rosado o se ajuste con el pHmetro a un pH de 8, 2. Registrar el valor de NaOH consumido en la titulación. (Método de la A.S.B.C. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

### Evaluación de humedad

Para la realización de humedad de las muestras durante 0 días y 30 días, se pesaron 5 gramos de muestra de cada tratamiento en cajas Petri y luego se introduce a la estufa durante 12 horas a 150 °C de temperatura.(Método A.O.A.C. 1997 N° 934.06. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y

## Calidad del INIAP)

### Evaluación de cenizas

Para la realización de cenizas de las muestras durante 0 días y 30 días, se pesaron 2 gramos de muestra de cada tratamiento en crisoles y luego se introduce a la mufla durante 2 horas a 600 °C de temperatura. Esperamos que se enfriara para medir la cantidad de minerales presentes en la muestra. (Método A.O.A.C. 1997. N° 940.26. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP)

### Análisis de aerobios totales

Para controlar la calidad microbiológica a los cero días, a los quince días y a los treinta días se pesó 10 gramos de cada muestra de ensilado y mezclar con 90 ml de agua esterilizada. Luego se preparó la dilución que se requiere para sembrar en las placas petrífilm, se colocó 1 ml de muestra diluida sobre la placa petrífilm sobre la cara lisa hacia abajo, aplicar el aplicador en el film superior sobre el inculo. Y se levantó el aplicador y dejar un minuto que se gelifique.

Posteriormente se incubó las Petrífilm con la cara arriba a 37°C por 24 horas hasta leer el crecimiento de microorganismos. (Métodos 3M Center, Suilding 247-5w-05 St. Paul, MN 551444-1000. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP)

### Análisis de hongos y levaduras

Para observar el crecimiento de hongos y levaduras presentes en los tratamientos de ensilados a los cero días, a los quince días y a los treinta días se pesaron 10 gramos de cada muestra de ensilado y se mezcla con 90 ml de agua esterilizada.

Luego se preparó la dilución que se requiere para sembrar en las placas Petrífilm, se colocó 1 ml de muestra diluida sobre la placa Petrífilm sobre la cara lisa hacia abajo, aplicar el aplicador en el film superior sobre el inculo. Y se levantó el aplicador y dejar un minuto que se gelifique.

Posteriormente se incubó las Petrífilm con la cara arriba a 37°C por 72 horas hasta leer el crecimiento de microorganismos. (Métodos 3M Center, Building 247-5w-05 St. Paul, MN551444-1000. Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP)

### Análisis bromatológicos

#### Indicadores de la calidad nutritiva

Para la determinación del valor nutritivo, se tomó una muestra de 500 Kg de los ensilajes que presentaron mejores características nutritivas de cada microsilo a inicio y a los 30 días de elaborado el ensilaje. Las muestras se llevaron al laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina (ELSAI) para determinar mediante Análisis proximal: Fibra Cruda (FC), Proteína, Extracto libre de nitrógeno, Extracto etéreo (EE) Fibra detergente

neutra (F.N.D.), Fibra detergente ácida (FAD), Contenido de lignina y Análisis de minerales: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fósforo (P). (Métodos por Espectroscopía de absorción atómica. Adaptado al Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP).

Para realizar el análisis de energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), según la metodología propuesta por Van Soest et al. (1968).

Indicadores de la calidad fermentativa

Azúcares totales. Se pesó 15 g de muestra con 40 ml de alcohol etílico al 80% durante seis intervalos de tiempo (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30) días de los diferentes tratamientos y se homogeniza en una licuadora, se filtró a través de papel absorbente y aforó el filtrado hasta un volumen conocido (50 ml) con el fin de evaluar la calidad fermentativa.

Se pipeteó 2ml de solución de muestra en cada tubo, previamente diluido, se colocó en un baño de hielo con agua y se añadió 4 ml del reactivo Antrona, preparar en blanco con Antrona. Luego de agitar bien todos los tubos se introducen en un baño de agua hirviendo por 10 min. Después de enfriarse, se leyó en un colorímetro a 625 nm, los valores obtenidos se transforman en densidad óptica y se interpola en la curva estándar.

Determinación de la digestibilidad in vitro. Se utilizaron 10 gramos de muestra de los ensilados que presentaron mejores características físico- químicas para analizar la digestibilidad in vitro de la materia seca la cual, consiste en una simulación del ambiente ruminal, en el que se crea una atmósfera reductora rica en dióxido de carbono y exenta de oxígeno, con los minerales y el pH requerido para albergar los microorganismos del rumen, se realiza una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a la temperatura corporal de la vaca de 39°C, seguida del tratamiento del residuo con una disolución detergente neutro durante una hora a 100°C.

En síntesis, en base a la evaluación de los análisis físico- químicos se determinó la formulación apropiada para la elaboración de ensilaje este fue el t6 (residuos de sangorache + 1% de urea + 10 % de melaza + 0,08 BAL) el cual presentó un pH óptimo de 4,71, con un porcentaje de acidez 2,750 por ciento de ácido láctico, con 60,39 de humedad y de contenido de cenizas de 5,49 por ciento presentando una calidad nutricional excelente luego de la evaluación.

Para la evaluación de los mejores tratamientos se realizó un análisis proximal el que arrojó que los tratamientos de ensilado con los residuos de sangorache tienen mayor proteína, es más digestible y contiene mayor cantidad de minerales a diferencia del ensilado con los residuos de quinua.

Mediante la digestibilidad in vitro se evaluó el porcentaje de materia seca digerible en un ambiente ruminal de los cuales el t5 es el mejor tratamiento teniendo un 76,33% de DIVMS categorizando como un ensilado de excelente calidad.

La calidad microbiológica fue evaluada al inicio, intermedio y final mediante control de hongos, levaduras y aerobios totales de los cuales se pudo observar un crecimiento progresivo de la microflora, bacteria benéfica que es esencial para un buen desarrollo de la fermentación, además mientras más contenido de azúcares posea, el ensilado producirá ácido láctico y por ende tiende a bajar el pH.

La incorporación de los aditivos como la melaza que tiene gran cantidad de hidratos de carbono aportando energía y la urea nitrógeno no proteico que ayuda a aumentar la proteína bruta, ayudó a mejorar la calidad nutritiva y su digestibilidad.

## **CONCLUSIONES**

- Las utilizations de los residuos de desechos agroindustriales pueden ser utilizados para la alimentación animal de los cuales pueden ser añadidos con aditivos que ayudan a mejorar su digestibilidad y palatabilidad.
- Es recomendable para la elaboración del ensilado tener una humedad de 60% a 70% para evitar el desarrollo de microorganismos indeseables.
- La elaboración de ensilados es importante que se desarrolle en un ambiente anaerobio, porque si existe presencia de aire está propenso al crecimiento de hongos y levaduras que dañan la calidad nutritiva del ensilado.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alomar, D. (2011). Factores que determinan la calidad del ensilaje. Instituto Producción Animal, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Ashbellgyzgweinberg. (2003). Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico.
- Bermejo, J. (2002) "Auxiliares de Laboratorio. Grupo IV Temario y Test de la Xunta de Galicia-books. ISBN—13: 978-84-665-576-3.
- Bethancourt, H., Garcia L. (2009). Identificación e inoculación de bacterias, uso de aditivos y su efecto en parámetros de calidad del ensilaje. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad ISA, Santiago, DO.
- Canetem, V, Sacha Y, (1998). Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes.

- Fernández, A, (1999).Silaje de la planta entera. Cap. I: 4:11. El Silaje y los procesos fermentativos
- GarcíaOjeda, F(2005) "Técnicas de cosecha y de ensilado"PAG. 138-139
- Herrera L-M, ChingWing,J, Rojas A,Chacón S (2014) .Valor nutricional del ensilaje de rastrojo depiña con niveles crecientes de urea." Nutrición Animal Tropical.1-20ISSN: 2215-3527/ 2014. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigacionesen Nutrición Animal Universidad de Costa Rica.
- Morales, Fernando, (2011). Ensilaje como fuente alterna de alimentación en Ganadería Lechera del Municipio de Puerres- Narriño.
- Mannetje, L. (2001). Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos En. Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el trópico, FAO. Roma, IT.
- Martínez Rojas. (s/a). Fortalecimiento del sistema producto ovinos. Tecnologías para Ovino cultores. Uso de la melaza en la alimentación de ovinos.
- Salva, S. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro
- Peralta, Mazón, I (2010). Nelson. Conferencia de la quinua (*Chenopodiumquinoa* Wild) en Ecuador, avances y perspectivas, leguminosas y granos andinos Iniap, Ecuador, Instituto Nacional de Normalización, Norma de calidad de quinua, grano entero N°. 1673, Quito, Ecuador.
- Sánchez, L. Artículo Científico. Estrategias Modernas Para La Conservación De Forrajes En Sistemas De Producción Bovina Tropical. 1-23 p
- KayouliChedly y Stephen. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos.87-109 p.
- Wong, C. (2001). El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. en Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT.