



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN ZOOTECNIA MENCIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**MODALIDAD:  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:  
DEGRADACIÓN DEL ENSILAJE DEL BAGAZO DE CAÑA DE  
AZÚCAR AMONIFICADO A DISTINTOS TIEMPOS DE  
FERMENTACIÓN COMO ALIMENTO DEL GANADO BOVINO EN  
ÉPOCA SECA**

**AUTORES:**

**ÁNGEL RUISDAEL BRAVO VARGAS  
RICARDO DANIEL VELEZ SAETEROS**

**TUTOR:**

**DR. ERNESTO HURTADO**

**COTUTOR:**

**DR. EDIS MACIAS RODRIGUEZ**

**CALCETA, SEPTIEMBRE 2019**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**RICARDO DANIEL VÉLEZ SATEROS y ANGEL RUISDAEL BRAVO VARGAS**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de prioridad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**RICARDO DANIEL VELEZ SAETEROS**

---

**ANGEL RUISDAEL BRAVO VARGAS**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**DR. ERNESTO HURTADO, Mg. Sc, PHD**, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **DEGRADACION DEL ENSILAJE DE CAÑA DE AZUCAR AMONIFICADO A DISTINTOS DÍAS DE FERMENTACION COMO ALIMENTO DEL GANADO BOVINO EN EPOCA SECA**, que ha sido desarrollada por **RICARDO DANIEL VÉLEZ SAETEROS Y ANGEL RUISDAEL BRAVO VARGAS**, previa la obtención del título de Magister en Zootecnia Mención Producción Animal, de acuerdo al **Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**DR. ERNESTO HURTADO, Mg.Sc, PHD.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **DEGRADACION DEL ENSILAJE DE CAÑA DE AZUCAR AMONIFICADO A DISTINTOS DÍAS DE FERMENTACION COMO ALIMENTO DEL GANADO BOVINO EN EPOCA SECA**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **Ricardo Daniel Vélez Saeteros y Ángel Ruisdael Bravo Vargas**, previa la obtención del título de Magister en Zootecnia Mención Producción Animal, de acuerdo al **Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**DR.C. JUAN AVELLANEDA CEVALLOS. Mg.Sc.**  
**MIEMBRO**

---

**DR. JUAN CEDEÑO POZO. Mg. Sc.**  
**MIEMBRO**

---

**DR. IGNACIO MACÍAS ANDRADE. M. Sc.**  
**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza, sabiduría y paciencia para poder realizar este trabajo, y sobre todo a mi familia que han sido un pilar fundamental en mi vida y en este proceso de formación, a mi esposa María José Solórzano Vera, mi hija *Rishelle* Daniela Vélez Solórzano, a mis padres Gonzalo Leonardo Vélez Velásquez y Grace Kelly Saeteros López, a mis hermanos Gonzalo Rubén y Jorge Ismael Vélez Saeteros, cuñada y amigos que han estado en los buenos y malos momentos.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de excelencia y hacerme crecer como profesional día a día.

A las autoridades de Posgrados, Secretarías, etc., y sobre todo a todos los Docente que me guiaron y enseñaron a crecer y ser un mejor profesional.

A mi tutor de tesis, Dr. Ernesto Hurtado, por guiarme, asesorarme en la realización del proyecto de tesis y sobre todo a ser una mejor persona tanto como profesional como humanitaria.

Al Dr. Edis Macías Rodríguez que participo como cotutor de tesis y brindó las facilidades para trabajar en los laboratorios de la Universidad Técnica de Manabí y ayudó a crecer en la formación académica.

Ricardo Vélez

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento primeramente a Dios, por permitirme tener la oportunidad y la fortaleza para culminar mis estudios de post grado, por iluminarme con fuerzas de voluntad en mis momentos de penumbras, por las diferentes situaciones presentadas a lo largo de mis estudios.

A mi familia, mis padres Ángel Ruisdael Bravo Loor, Rosa María Vargas Vera, mi hijo Ángel Samuel Bravo Palma, Hermanas Mónica Bravo Vargas, *Ninoska* Bravo Vargas, María Bravo Vargas, mi sobrino Arnaldo Zambrano Bravo y a mi enamorada Ariana Posligua Basurto, a todos ellos por su inigualable apoyo en el transcurso de mis estudios, por darme esa fortaleza espiritual para seguir adelante.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por permitirme el ingreso a sus aposentos del saber y el deber, que ilustran a través de su conjunto con talento humano, para el crecimiento de profesionales en sus haberes cotidianos.

Al personal Administrativo, Docentes, por cumplir a cabalidad cada una de sus funciones encomendadas tanto para guiarnos, enseñarnos e inspirarnos a cada uno de nosotros, los estudiantes a comprender mejor y a la actualización de conocimientos impartidos a lo largo de nuestros estudios. También agradecer a nuestro tutor de tesis el Dr. Ernesto Hurtado por ese gran apoyo de sabiduría y guía para esta investigación

Al Dr. Edis Macías Rodríguez que participo como cotutor de tesis y nos abrió las puertas del laboratorio de la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Manabí y por sus apoyos en tanto a conocimientos sobre esta investigación

Ángel Bravo

## DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios ya que ha sido mi guía y me ha dado sabiduría y fuerzas para poder culminar con éxitos mi Tesis de Magister en Zootecnia, Mención Producción Animal.

Mi tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a mi esposa María José Solórzano Vera por sus palabras y confianza , por su amor y tiempo necesario para realizarme como Magister, a mi hija *Rishelle* Daniela Vélez Solórzano y a mi hijo niño Ricardo Daniel Vélez Solórzano que han sido un apoyo incondicional en esta etapa de mi vida como profesional , a mis padres Gonzalo Leonardo Vélez Velásquez y Grace Kelly Saeteros López, a mis hermanos Gonzalo Rubén y Jorge Ismael Vélez Saeteros, cuñada Jennifer Vera, a mis sobrinas Keyla y Kellita , a mi mis abuelitos y mi familia en general.

Ricardo Vélez

## **DEDICATORIA**

Dedicarle primeramente a Dios ya que por su iluminación divina pude tener fuerzas para terminar la presente investigación.

A mi hijo Ángel Samuel Bravo Palma, mi fuente de inspiración para seguir creciendo, y ser su objeto de seguimiento y superación, por este mismo motivo dedicarle este presente trabajo a mis padres Ángel Ruisdael Bravo Vargas y Rosa María Vargas Vera, a mis hermanas y sobrinos por sus ánimos en todo momento y sin ser egoísta dedicarme este trabajo a mí mismo, para recordarme que aún me falta mucho por recorrer y superar y así poder seguir adelante y conseguir logros, sin que nada ni nadie me detenga.

Ángel Bravo



## ÍNDICE

DERECHOS DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VII
ÍNDICE .....	IX
ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICOS .....	XIII
RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. SUBPRODUCTOS DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	6
2.1. VENTAJAS DE ALIMENTAR LOS BOVINOS CON CAÑA DE AZÚCAR	6

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL BAGAZO DE CAÑA .....	7
2.2.1. VALOR ALIMENTICIO DEL BAGAZO .....	7
2.3. EL PROCESO DE LA AMONIFICACIÓN .....	8
2.4. EFECTOS NUTRICIONALES DE LA AMONIFICACIÓN .....	9
2.5. VENTAJAS DE LA AMONIFICACIÓN CON UREA .....	10
2.6. FUNCIÓN DE LA AMONIFICACIÓN EN EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR .....	10
2.7. ANÁLISIS PRÓXIMAL.....	11
2.8. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO .....	11
2.8.1. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA.....	12
2.8.2. CENIZAS.....	12
2.8.3. FIBRA DETERGENTE NEUTRA .....	13
2.8.4. FIBRA DETERGENTE ÁCIDA.....	14
2.8.5. LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA.....	15
2.10. MATERIA SECA .....	16
2.9. DEGRADACIÓN RUMINAL O <i>IN SITU</i> .....	16
2.11. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL RUMIANTE .....	17
2.12. EL PROCESO DE AMONIFICACIÓN EN LOS SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS.....	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	20
3.1. EXPERIMENTO I .....	20
3.1.1. UBICACIÓN .....	20

<b>3.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3. DURACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.4. FACTORES EN ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.6. VARIABLES A MEDIR.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7.1. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DEL PROCESAMIENTO DEL ENSILADO DEL BAGAZO DE CAÑA.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7.2. OBTENCIÓN DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7.3. PROCESO DE LA AMONIFICACIÓN CON LA UREA.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.7.4. PROCESO DURANTE LA AMONIFICACIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.7.5. PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.7.6. PREPARACIÓN DE MUESTRA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.7.6.1. DESECADO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.7.6.2. MOLIENDA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.8. MÉTODOS DE OBTENCIÓN BROMATOLÓGICA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.8.1. MATERIA SECA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.8.2. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.8.3. FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA) .....</b>	<b>24</b>

3.1. EXPERIMENTO 2 .....	26
<b>EFFECTO DEL NIVEL DE UREA Y DE DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>IN SITU</i> EN LA MATERIA SECA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR. ....</b>	<b>26</b>
3.2.1. UBICACIÓN .....	26
3.2.2. CONDICIONES CLIMATICAS .....	26
3.2.2.1. TEMPERATURA .....	26
3.2.2.2. PRECIPITACIÓN .....	26
3.2.2.3. DURACIÓN .....	26
3.2.3. DEGRADABILIDAD RUMINAL .....	27
3.2.4. ANIMALES A UTILIZAR .....	27
3.2.6. PROCEDIMIENTO .....	27
3.2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	28
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>CUADRO 4.1. PROMEDIOS DEL FACTOR UREA SOBRE LOS DISTINTOS COMPONENTES BROMATOLÓGICOS BAJO ESTUDIO.....</b>	<b>29</b>
4.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	41
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	42
5.2. RECOMENDACIONES .....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICOS

		<b>Pág.</b>
Cuadro 1.	Contenido nutricional de rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro (NH <sub>3</sub> ) con diferente tamaño de partícula.	18
Cuadro 2.	Efecto del tipo de amonificación y conservación sobre la digestibilidad, consumo y selectividad de rastrojos de maíz en ovinos.	19
Cuadro 4.1.	Promedios del factor urea sobre los distintos componentes bromatológicos bajo estudio.	32
Cuadro 4.2.	Promedios del factor tiempo sobre la composición química del bagazo de caña de azúcar.	33
Cuadro 4.3.	Efecto de los diferentes niveles de urea 3 y 5% sobre degradabilidad ruminal <i>in situ</i> (%) de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado.	35
Cuadro 4.4.	Efecto de los diferentes tiempos de amonificación (30 y 44), sobre degradabilidad ruminal <i>in situ</i> (%) de la materia seca (MS) del bagazo de caña de azúcar amonificado.	38
Gráfico 4.1.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación para la variable proteína cruda.	30
Gráfico 4.2.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación para la variable ceniza.	32

Gráfico 4.3.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación en la fracción soluble de la materia seca (ms) del bagazo caña amonificado.	34
Gráfico 4.4.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación en la Degradabilidad Efectiva 2% de la materia seca (ms) del bagazo caña amonificado.	36
Gráfico 4.5.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación en la Degradabilidad Efectiva 5% de la materia seca (ms) del bagazo caña amonificado.	37
Gráfico 4.6.	Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea por tiempos de fermentación en la Degradabilidad Efectiva 8% de la materia seca (ms) del bagazo caña amonificado.	38
Anexo 1.	Análisis de Varianza de la variable Proteína Cruda en el bagazo de caña amonificado.	68
Anexo 2.	Análisis de Varianza de la variable Fibra Detergente Neutra en el bagazo de caña amonificado.	68
Anexo 3.	Análisis de Varianza de la variable Fibra detergente Ácida en el bagazo de caña amonificado.	68
Anexo 4.	Análisis de Varianza de la variable Lignina Detergente Ácida en el bagazo de caña amonificado.	69
Anexo 5.	Análisis de Varianza de la variable Ceniza en el bagazo de caña amonificado.	69
Anexo 6.	Análisis de Varianza de la variable Fracción Soluble en el bagazo de caña amonificado.	69

Anexo 7.	Análisis de Varianza de la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el bagazo de caña amonificado.	69
Anexo 8.	Análisis de Varianza Tasa de degradabilidad de la variable en el bagazo de caña amonificado.	70
Anexo 9.	Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 2% de la variable en el bagazo de caña amonificado.	70
Anexo 10.	Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 5% de la variable en el bagazo de caña amonificado.	70
Anexo 11.	Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 8% de la variable en el bagazo de caña amonificado.	71
Anexo 12.	Obtención del material y molienda de la caña de azúcar.	76
Anexo 13.	Preparación de los tratamientos.	76
Anexo 14.	Pesaje de los tratamientos previos a la deshidratación.	76
Anexo 15.	Deshidratación de los tratamientos por tres días a una temperatura que oscila entre 40 a 60 grados.	77
Anexo 16.	Molienda de las muestras.	77
Anexo 17.	Pesaje y obtención de las muestras deshidratados y molidos.	77
Anexo 18.	Determinación de Proteína, Pesaje de los tratamientos respectivos (0,25g) y catalizador (1g) y aplicación de 3ml de Ácido Sulfúrico.	78
Anexo 19.	Proceso de digestión con ácido sulfúrico (3 ml).	78
Anexo 20.	Aplicación del indicador rojo de metilo.	78
Anexo 21.	Proceso de destilación y recuperación de nitrógeno, producto de la digestión de las muestras.	79

Anexo 22.	Recuperación de nitrógeno mediante la aplicación de Ácido Clorhídrico.	79
Anexo 23.	Determinación de Materia Seca, pesaje de las muestras.	80
Anexo 24.	Deshidratación post 24 horas de las muestras y llevadas al desecador antes de obtener su peso real.	80
Anexo 25.	Determinación de FDN Y FDA, Bolsas filtro ANKOM f57 y pesaje de los respectivos tratamientos y equipo a usar.	80
Anexo 26.	Aplicación del reactivo Alpha-Amylase, para hacer el respectivo lavado para FDN Y FDA.	81
Anexo 27.	Muestras post lavados.	81
Anexo 28.	Las muestras son mezcladas con Acetona por 5 minutos, una vez transcurrido el tiempo se las seca y se las lleva a la estufa por 24 horas para así poder ser pesadas obtener el peso de FDN Y FDA.	82
Anexo 29.	Determinación de Lignina Detergente Ácida , Se hace una lavado por 10 minutos con intervalos de 30 minutos por tres veces con Ácido Sulfúrico ácido 250 ml, una vez realizado este proceso se las lleva a estufa por 24 horas para así poder obtener su peso real de LDA.	82
Anexo 30.	Determinación de Ceniza, Equipo que se utiliza para la deshidratación y obtención de ceniza y la balanza de precisión digital que se utiliza para pesar los 3 g de	83



muestras.

Anexo 31.	Determinación de la degradabilidad <i>in situ</i> , preparación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones amarradas a sus respectivas cadenas.	83
Anexo 32.	Retiro de muestra a la hora 3, 6, 12, 24,48 y 78 correspondientes.	84
Anexo 33.	Lavado de las muestras extraídas del medio ruminal a su respectiva hora.	85
Anexo 34.	Resultados del laboratorio.	86

## RESUMEN

Mediante este estudio se pudo evaluar la degradación *in situ* del ensilaje del bagazo de caña de azúcar amonificado, como alimento del ganado bovino en época seca. Se tomaron aleatoriamente muestras de bagazo fresco de caña de azúcar (*Saccharum* sp) de la Hacienda “Puro Bravo”, ubicada en el sitio “La Soledad”, cantón Junín, provincia de Manabí. Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado con Arreglo Factorial 3x2, donde el Factor A se representó por los diferentes niveles de inclusión de urea (0, 3 y 5 %) y el Factor B, tiempos de fermentación del bagazo de caña (30 y 44 días), cada combinación de estos factores constó con tres repeticiones. El mejor tratamiento es el de urea al 5%, día 30 de fermentación, tanto en bromatología como en degradabilidad, además se relacionó el grado de asociación de la degradabilidad en distintos tiempos con el valor nutricional del bagazo de caña amonificado, el mismo que sí se relaciona con la degradabilidad y con la fibra. La amonificación con urea mejora los valores nutricionales, caracterizado por el aumentando de la proteína cruda y disminución de, así como la FDN, FDA y LDA en la medida de que se aumentan niveles de urea. Las diferencias fueron altamente significativas ( $P < .0001$ ). Lo expuesto indica que los resultados fueron altamente significativos para cada una de las variables estudiadas, con lo cual se pudo relacionar el grado de asociación de la degradabilidad en distintos tiempos con el valor nutricional del ensilaje de bagazo de caña amonificado.

**Palabras clave:** Agroindustria, degradabilidad, nutrición, temporada seca.

## ABSTRACT

Through this study it was possible to evaluate the degradation in situ of the silage of the ammonified sugarcane bagasse, as food for cattle in dry season. Samples of fresh sugarcane bagasse (*Saccharum* sp) from the "Puro Bravo" Farm, located at the "La Soledad" site, Junín canton, Manabí province, are randomly taken. A Completely Randomized Design with 3x2 Factorial Arrangement is found, where Factor A is represented by the different levels of urea inclusion (0, 3 and 5%) and Factor B, fermentation times of cane bagasse (30 and 44 days), each combination of these factors consisted of three repetitions. The best treatment is 5% urea, day 30 of fermentation, both in bromatology and degradability, in addition the degree of association of degradability at different times was related to the nutritional value of ammonified cane bagasse, which is related to degradability and fiber. Ammonification with urea improves nutritional values, varied by the increase in crude protein and decrease, as well as FDN, FDA and LDA as urea levels increase. The differences were highly significant ( $P < .0001$ ). The above indicates that the results were highly significant for each of the variables studied, with which the degree of association of degradability at different times could be related to the nutritional value of ammonified cane bagasse silage.

**Key words:** Agroindustry, degradability, nutrition, dry season.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial se está en una constante transformaciones económicas y demográficas de gran importancia, lo que conlleva a que se transite por una época de cambios, por lo que muchos técnicos y productores enfrentan y están expuestos a importantes desafíos. Son muchos los residuos agroindustriales en el mundo que se pueden aprovechar con el objetivo de contribuir a disminuir el hambre y mejorar la alimentación de los animales a nivel universal (González *et al.*, 2012).

La producción animal sólo será sostenible para muchos de los países tropicales, si se armoniza los productos forestales no madereros (PFNM), es decir, se aprovechan los residuos y se establecen adecuadas prácticas biotecnológicas que permitan mejorar y aprovechar los productos, subproductos y residuos agroindustriales (González *et al.*, 2012). Esta situación ha aumentado el interés por la utilización de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes en los últimos años, a medida que la disponibilidad del grano se reduce (Fuentes *et al.*, 2001).

Para la Organización de las Naciones Unidas, Agricultura y Alimentación (FAO), los PFNM son bienes de origen biológico, importantes para el bienestar de un sinnúmero de comunidades del sector, siendo contribuyentes activos en la conservación de los bosques (Prado *et al.*, 2012). Estos bienes biológicos, la mayoría de origen vegetal, se utilizan como alimentos y aditivos alimentarios tales como: semillas comestibles, condimentos, hongos, aromatizantes, frutos, fibras, instrumentos o utensilios, resinas, gomas, entre otros utilizados con fines medicinales, cosméticos o culturales (López, 2008). Entre los factores que han limitado el éxito del aprovechamiento de muchos de los residuos PFNM son los altos costos de recolección y la falta de tecnologías apropiadas para su eficiente empleo.

La producción ganadera en la República del Ecuador se basa principalmente en el pastoreo y la producción de pastizales, su calidad y cantidad se da de

acuerdo a las condiciones climáticas que se presenten, estas pueden ser secas o lluviosas. Cabe destacar que en épocas secas el rendimiento y valor nutricional de la biomasa forrajera disminuye, lo que significa la disminución del desempeño productiva de los animales. La producción ganadera es ampliamente representativa, debido a la alta demanda de producción de forraje para la alimentación (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2003).

Según Asar (2010) citado por Solís (2017), esta situación ha conllevado a diversas investigaciones, teniendo como resultado el uso de ensilaje, henolaje y subproductos agroindustriales que ayudan a subsanar las deficiencias alimentarias a través de estas fuentes a un menor costo.

La motivación en el trabajo se origina como consecuencia de los distintos recursos agrícolas subutilizados, tal es el caso de bagazo de caña de azúcar que se acumula como desecho de la producción de mieles, alcoholes y azúcar en la provincia de Manabí, consecuencia esta, que lo hace relevante ante distintos procesos de transformación, siendo una alternativa potencial en la alimentación y nutrición del bovino (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2003).

El bagazo de caña es el residuo fibroso de la molida de los tallos de la caña de azúcar; constituido por celulosa, hemicelulosas o pentosanos y lignina como principales polímeros naturales. Presenta, además, pequeñas cantidades de otros compuestos clasificados de conjunto como componentes extraños (García *et al.*, 2013).

Este subproducto agroindustrial es utilizado como combustible, para generación de calor dentro de la misma industria azucarera, además es utilizado para la producción de papel, fabricación de tableros aglomerados y en la alimentación animal, entre otros usos (Bohórquez *et al.*, 2014).

Estudios recientes como el que describe Sánchez *et al.* (2016) donde mencionan que la amonificación ayuda a romper estructuras químicas del subproducto fibroso o lignificado, y a su vez permite una mejor absorción y digestibilidad en los rumiantes al consumirla, además los niveles de celulosa se

incrementan; son consideraciones que se deben tomar en cuenta durante este proceso.

Esta situación ha hecho que se realicen evaluaciones de la degradabilidad del bagazo de caña amonificado, en la cual se pueda obtener un producto con niveles nutriciones mejores, a su vez elevando la proteína con el uso de urea y por ende tener un alimento mejor para el rumiante en época de sequía.

Este escenario planteado acerca del posible uso de subproductos de la caña bajo condiciones de época seca y amparados en ciertos procesos permiten el planteamiento de las siguientes interrogantes:

¿La amonificación del bagazo de la caña de azúcar mejora la degradabilidad y por ende el valor nutritivo?

¿El ensilado del bagazo de la caña de azúcar amonificado puede formar parte de la alimentación del ganado bovino en época seca?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Los sistemas de producción con bovinos, principalmente en épocas de escasas permiten el uso de recursos alimenticios que no pueden ser consumidos o aprovechados por las personas o por ciertos animales, debido a que pueden digerir componentes fibrosos y aprovechar nitrógeno no proteico, esto a causa de la asociación simbiótica con microbios en el rumen, lo cual no sucede en no rumiantes. En la región costa, el principal cultivo extensivo, es la caña de azúcar (Nouel *et al.*, 2013).

La amonificación es uno de los tratamientos químicos utilizados para proveer nutrientes nitrogenados. Como fuentes de amoníaco se han empleado diferentes compuestos químicos entre los cuales se encuentran amonio anhidro ( $\text{NH}_3$ ), hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4 \text{OH}$ ) y urea. Tales compuestos nitrogenados promueven cambios en la estructura de los pastos, principalmente en su fracción fibrosa, generando aumentos de su valor nutritivo (Martínez *et al.*, 2016).

La producción bovina en el Ecuador es una fuente de ingresos tanto para pequeños, como para medianos y grandes productores. La misma, se ve amenazada permanentemente por la limitada producción de forrajes naturales durante la época de verano , transformándose en una de las principales causas para la baja producción y productividad bovina, en la época de lluvias (enero a mayo), se produce una gran cantidad de biomasa de especies forrajeras y residuos de cosecha, que muy bien se pueden utilizar en la alimentación ganadera, apoyándose de una adecuada implementación de técnicas de conservación de buena calidad y a bajo costo para las ganaderías, durante la época de verano (Castillo *et al.*, 2012 citado por Ponce, 2015).

Sin embargo, los residuos agrícolas resultantes de la cosecha cañera no son empleados en la cuantía que las circunstancias actuales lo exigen, a pesar de representar un formidable recurso como fuente de alimentación animal y generación de energía, debido a la solución del aprovechamiento de estos residuos depende de una serie de factores que deberán ser estudiados y desarrollados, así son importantes los aspectos de recolección, transporte, almacenamiento y procesos tecnológicos para transformarlos (Triana *et al.*, 2014).

Los productores de caña de azúcar del cantón Junín, para la producción de alcohol etílico y panela no orientan la buena eliminación de los residuos que se obtienen de la fabricación de sus productos primordiales, tal es el caso del bagazo de la caña de azúcar, siendo este un contaminante ambiental, por la quema del mismo. El bagazo de la caña de azúcar puede ser utilizado para la alimentación de bovinos del cantón en la época de sequía, con tratamientos que garanticen el mejoramiento de digestibilidad y nutricional tal como la amonificación con urea, respondiendo a las limitaciones tecnológicas de infraestructura y de preparación de los ganaderos de la región para la utilización eficiente de este abundante sub-producto de la industria azucarera sin mayores riesgos para la salud y estabilidad del rebaño (Cartay *et al.*, 2019).

El estudio es relevante porque proyecta la utilización del bagazo de la caña de azúcar para la alimentación de bovinos de ceba en época de sequía, a partir de

la abundancia en la región de este subproducto de la industria azucarera. Al mismo tiempo, es de trascendental importancia resaltar el proceso de amonificación del bagazo de la caña de azúcar, que accederá mejorar la calidad nutricional del producto, el consumo de los animales y constituir una alternativa para aminorar la baja disponibilidad de pastos y forrajes verdes para el ganado bovino en la provincia de Manabí, principalmente en períodos de carencia de forrajes. Por lo tanto, el desarrollo de este estudio es factible porque se cuenta con el conocimiento necesario obtenido durante los años de estudio, el apoyo del tutor y de los recursos económicos necesarios para su puesta en marcha.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la degradación *in situ* del ensilaje del bagazo de caña de azúcar amonificado a distintos tiempos de fermentación como alimento del ganado bovino en época seca.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el valor nutricional del ensilado del bagazo de la caña de azúcar amonificado al 3 y 5 % de urea durante 30 y 44 tiempos de fermentación anaeróbica.

Determinar la degradabilidad *in situ* en vacas fistuladas en distintos tiempos (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) en los tratamientos bajo estudio (% de urea y días de fermentación).

### **1.3. HIPÓTESIS**

El ensilaje del bagazo de caña amonificado mejora su valor nutricional cuando es conservado a distintos tiempos de fermentación.

El bagazo de caña de azúcar amonificado con mayor tiempo ensilado tendrá una mejor degradabilidad.



## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. SUBPRODUCTOS DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

La agroindustria azucarera tiene gran relevancia por la gran cantidad de residuos que produce. Existen diversas clases de subproductos que se obtienen de los diferentes procesos de molienda, algunos son suplementos alimenticios excelentes como la melaza, otros no son tanto como el bagacillo (Dirk Van, 1984).

La caña de azúcar es una planta que tiene las características de metabolizar mayor cantidad de carbono, debido a que posee el ciclo del carbono C4 en comparación a plantas del ciclo C3, convirtiéndose en una de las grandes ventajas que hace que la producción de biomasa sea superior a la de otros cultivos (Aranda y Bueno, 2018).

Actividades de sectores agroindustriales tales como la producción de azúcar y etanol, generan una gran cantidad de subproductos como bagazo, bagacillo, cachaza, melaza y efluentes como la vinaza. A pesar de que en la mayoría de los casos tienen algún uso dentro de la producción del ingenio (generación de vapor, abono orgánico, producción de alcohol) (Loaiza, 2008).

### **2.1. VENTAJAS DE ALIMENTAR LOS BOVINOS CON CAÑA DE AZÚCAR**

En este contexto se muestra información sobre las posibilidades de los residuos de la caña de azúcar como producto agrícola y agroindustrial para de esta forma describir algunos avances realizados en los últimos tiempos para alimentación de bovinos

La caña tiene menos agua y más jugos nutritivos que el pasto. Puede llegar a tener 70 partes de agua por 30 de alimento seco, es decir que es tres veces más alimenticia que el pasto de corte. Aunque algunos pastos producen bastante, tienen la desventaja de producir por épocas, dan mucha comida en los meses de lluvias y muy poco en la sequía. La caña en cambio tiene más

azúcares en las épocas secas, por lo cual es una excelente reserva de alimentos cuando más las necesitamos de acuerdo a informe de la FAO (S.F)

En las épocas de escasez de forraje, la caña de azúcar se transforma en una alternativa para la alimentación de los bovinos. La cantidad que se utilice depende por lo general de la disponibilidad de pasto y de la cantidad de animales presentes, y estará en función de la época en la que esté escasos siendo necesario planificar las necesidades de caña de azúcar que se necesitará para solventar la alimentación.

## **2.2. CARACTERÍSTICAS DEL BAGAZO DE CAÑA**

El presente estudio lo que se busca es describir los residuos de la agroindustria azucarera, además de mostrar los últimos avances dados en la alimentación de bovinos para obtener una buena producción de carne, enfatizando el uso del bagazo de caña. De acuerdo a Ruiz citado por (Aguirre *et al.*, 2010), el bagazo de la caña de azúcar tiene características únicas en cuanto a su composición química, esto debido a que poseen un alto contenido de fracciones de pared celular, al igual que concentraciones de sacarosa y otros azúcares solubles, destacando que la caña de azúcar es baja en proteína y minerales.

Según Ochoa (1973) citado por Ponce (2015), el bagazo es un producto alto en fibra, que podría reemplazar físicamente al pasto como fuente de forraje en caso de ausencia o escasez de este, o en sistemas de engorda que puedan establecerse exclusivamente a base de desechos y subproductos de los ingenios de caña de azúcar.

### **2.2.1. VALOR ALIMENTICIO DEL BAGAZO**

El bagazo de la caña de azúcar es considerado un alimento extraordinario para rumiantes; sin embargo, presenta limitaciones nutricionales si este es ofrecido como un único alimento a los bovinos. El bagazo de acuerdo a Palma (2015) es el residuo obtenido una vez que se ha hecho la extracción del jugo de la caña después de haber sido procesado en cualquier medio, como molino o presa.

Cuando el bagazo es combinado con otros alimentos, representa una importante opción nutricional para una mayor eficiencia en la producción animal además el costo es relativamente bajo. Para mejorar su valor nutritivo, se han sugerido poligástricos, ya sea por fermentación o combinándola con cereales y concentrados proteicos (Aguirre *et al.*, 2010).

Químicamente el bagazo está compuesto por celulosa (41 y 44 %), hemicelulosa (25 y 27 %) y lignina (90 %) y otros componentes (10 %). Los otros componentes encontrados en el bagazo incluyen componentes solubles en solventes orgánicos que representan 3 % y compuestos solubles en agua que incluyen sacarosa y otros azúcares y polisacáridos que representan 7 % (Loaiza, 2008).

### **2.3. EL PROCESO DE LA AMONIFICACIÓN**

Entre los tratamientos químicos, la amonificación es la estrategia que más se estudió en los últimos años. En la que puede o no ser necesario picar el forraje, no se requiere secar, ni extraer el aire mediante compactación del material, condiciones, costosas y difíciles de lograr a nivel de finca y de las cuales depende el éxito o fracaso de obtener, conservar y almacenar un buen heno, henolaje o ensilaje (Mancilla, 2011).

La eficiencia del tratamiento con urea está influida por la temperatura ambiental, el tiempo de reacción y la humedad total dentro de la pila o silo, así como por las características químicas del material original. En condiciones tropicales, un nivel de urea de 5 %, el tiempo de reacción de 14 a 21 días y humedades de 40 %, son suficientes para lograr un buen tratamiento de pajas y otros residuos lignocelulósicos (Souza y Santos, 2006).

A criterio de Ochoa (1973) citado por Ponce (2015), el proceso de amonificación de la fibra, con ello se busca dar uso a residuos de cosecha como el bagazo de caña, haciendo de estos alimentos fibrosos forrajes digestibles por los rumiantes. De esta manera tanto el bagazo como la melaza, ofrecen buenas perspectivas en la alimentación de bovinos. Los subproductos de la caña son potencialmente capaces de proveer las necesidades de energía

y fibra del rumiante, pero ambos se caracterizan por ser extremadamente bajos en proteína, por lo que se hace imperativo añadir una fuente proteica a raciones con base a melaza y bagazo.

Con la amonificación se incrementa el contenido de nitrógeno del material y además mejora su degradabilidad por tener nitrógeno para sintetizar aminoácidos en el rumen por parte de los microbios (bacterias y hongos) y al romper los enlaces que existen entre la celulosa y la lignina en las paredes celulares, liberando carbohidratos estructurales difícilmente digestibles a los microbios haciéndolos de fácil disponibilidad para los mismos en el rumen (Borges y Yépez, 2005).

## **2.4. EFECTOS NUTRICIONALES DE LA AMONIFICACIÓN**

La mayor abundancia y calidad de alimentos a almacenar para la sequía se obtienen en épocas lluviosas, y para que estos puedan ser conservados en las formas de heno y henolaje, sin que existe el riesgo de pérdidas es preciso realizar el proceso amonificación, en la que pueda ser necesario picar, aunque no ponga a secar, ni extraer el aire mediante compactación del material. Estas condiciones son costosas y difíciles de lograr a nivel de finca y de las cuales depende el éxito o fracaso de obtener, conservar y almacenar un buen heno, henolaje y ensilaje (Botero, 2007)

El proceso de amonificación es la conversión del amoníaco a amonio, esto por acción de bacterias tales como: *Bacillus*, *Clostridium*, *Serratia* u hongos entre los que figuran *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*. Es la estrategia que aprovecha el efecto hidrolizante del amoníaco en los enlaces que existen entre la lignina y los polisacáridos estructurales como son celulosa, hemicelulosa, pectinas, aumentando la disponibilidad de materia orgánica potencialmente utilizable por los microorganismos ruminales (Martínez *et al.*, 2016).

Las bacterias y hongos que hacen parte de la flora ruminal pertenecen al reino vegetal y por efecto del consumo de cantidades mayores y uniformemente repartidas durante el día del nitrógeno no proteico fijado y disuelto en forma de amoniaco en la humedad del suplemento tratado, aumentan sensiblemente su

población que para mantenerse activa requiere energía disponible de alta y rápida fermentación (Mancilla, 2011).

## **2.5. VENTAJAS DE LA AMONIFICACIÓN CON UREA**

Una de los mayores problemas que afronta la ganadería en épocas de escasez es escaso o nulo crecimiento de pastizales naturales, presentándose un déficit de cantidad y calidad del forraje para los bovinos. Estos forrajes contienen un elevado contenido de componentes de la planta, tales como: celulosa, hemicelulosa y lignina. El alto contenido de fibra detergente neutro (FDN), incrementado a la proporción baja de proteínas bruta (PB) del forraje hace que exista reducción de la digestión y consumo voluntario. Para el mejoramiento de la digestibilidad y el consumo voluntario de los forrajes de baja calidad, existen métodos, entre estos se tiene la amonificación tratamiento químicos utilizado para proveer nutrientes nitrogenados (Martínez *et al.*, 2016).

Como fuentes de amoníaco se han utilizado varios componentes químicos de los cuales se encuentran amonio anhidro ( $\text{NH}_3$ ), hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) y urea. Estos componentes nitrogenados promueven cambios en la estructura de los pastos, básicamente en lo que corresponde a su fracción fibrosa, lo que genera incremento de su valor nutritivo. Las ventajas de la urea respecto de  $\text{NH}_3$ -anhidro gaseoso son: la urea es fácil de obtener, la preparación y aplicación no implica riesgos, los efectos son similares. El  $\text{NH}_3$  que se genera a partir de urea también afecta enlaces químicos entre componentes de la pared celular, este nitrógeno (N) residual es utilizable como N no proteico por el rumiante (Arelovich, 2011).

## **2.6. FUNCIÓN DE LA AMONIFICACIÓN EN EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**

El bagazo de caña es un residuo de la molienda, contiene un alto porcentaje de fibra y un bajo nivel proteico; para suministrarlo como único alimento no se recomienda. Con la amonificación del bagazo se busca desarmar las cadenas de lignina, celulosa y hemicelulosa, dejar amonificando 30 días; después abrir para que salga el  $\text{NH}_3$  (amoníaco), mezclarlo con melaza para darle sabor y darlo con un suplemento proteico (Mayer, 2008).

La fibra de baja calidad es cosechada y preservada en forma de silo, y se cubre con plástico para formar una cámara. El gas (amoníaco) es inyectado en esta cámara desplazando al aire de la atmósfera que rodea a la FBC. El amoníaco anhidro reacciona con el agua de la planta se forma hidróxido de sodio (un compuesto alcalino) que solubiliza la hemicelulosa de la fracción fibrosa rompiendo los enlaces químicos que la mantienen asociada a la lignina, Además disgrega parcialmente la estructura de la celulosa desarticulando los puentes de hidrogeno; Estas reacciones incrementan el volumen de la fibra y facilitan la acción de las celulasas rúmiales facilitando la degradación (Arelovich 1976 citado por Jovel *et al.*, 2012)

## **2.7. ANÁLISIS PRÓXIMAL**

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación (Cariola, 2012).

Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra (AOAC, 1984).

Bajo el esquema de trabajo de Van Soest, se obtienen dos residuos principales cuando se somete un forraje a análisis. Que son la fibra detergente neutro (FDN) La fibra detergente ácido (FDA) (Bello, 2012).

## **2.8. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Según Bernardi (2013) el análisis bromatológico permite conocer la composición cualitativa y cuantitativa, del alimento y de las materias primas, además de ver cuál es su estado higiénico y toxicológico conocido como bromatología sanitaria. A través de este se puede hacer la medición de la dieta de los animales según el régimen alimenticio establecido, a esto se le denomina bromatología dietológica. Así mismo permite analizar si el alimento o

materias primas están dando cumplimiento a lo determinado por el productor, así se podrá ver si ha sido alterado o contaminado.

La bromatología sirve para legislar y fiscalizar los alimentos que servirán para el consumo humano y diferentes especies animales. Este análisis, la determinación de Humedad, Acidez Total, Cenizas Totales y el pH, son tan fundamentales como de vital importancia en lo que corresponde al proceso de control de la calidad de un determinado producto, la carencia o deficiencia en el control de alguno de estos parámetros puede afectar al alimento de varias maneras, principalmente deteriorando las propiedades organolépticas, morfológicas hasta las microbiológicas (Bernardi, 2013).

### **2.8.1. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA**

La proteína cruda y la proteína verdadera son utilizadas para determinar el contenido de esta sustancia en la alimentación de rumiantes y que luego de digerida, se obtiene la proteína verdadera. El método utilizado para obtener el porcentaje de proteína cruda, PC, es multiplicando la cantidad de nitrógeno por el factor empírico 6.25. Siendo Kjeldahl, el método que más se utiliza en la medición de nitrógenos orgánicos totales (Universidad de Costa Rica, 2018).

El nitrógeno es oxidado a  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  por ingestión con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Lo digerido se alcaliniza con  $\text{NaOH}$  concentrado y el  $\text{NH}_3$  es destilado y colectado en una solución de ácido bórico al 4 %. El borato de amonio producido es titulado con  $\text{HCl}$  estándar. La cantidad de nitrógeno obtenido es multiplicada por el factor 6,25 para llegar al contenido de proteína cruda de la muestra (Lagunes, 2015).

### **2.8.2. CENIZAS**

Las cenizas de un alimento analíticamente son equivalentes al residuo inorgánico como resultado de la calcinación de la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas que se encuentran en el alimento en su estado original, tomando en cuenta las mermas por destilación o por las interacciones químicas entre los constituyentes. (UNAM, 2007-2008). Cabe destacar que “La incineración por dos horas a  $600^\circ \text{C}$ . Las

altas temperaturas pueden alterar la forma de algunos minerales y pueden volatilizar algunos como el cloro, zinc, selenio y yodo” (De Gracia, 2015).

### **2.8.3. FIBRA DETERGENTE NEUTRA**

La fibra detergente neutra provee información sobre la calidad del alimento (Schroeder 1994). La fibra neutra es hidrosoluble, es decir que en contacto con el agua se disuelve formando un retículo de gran viscosidad (gel). Es muy fermentable por los microorganismos intestinales, por lo que produce gran cantidad de gas en el intestino. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia. Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico e hidrocarbonatado (Cano *et al.*, 2001).

Cuando un forraje se hierve en un detergente con pH 7 (neutro) todo el contenido de la célula se disuelve excepto las paredes celulares, las cuales se componen de celulosa y hemicelulosa la que es parcialmente digerible en el rumen más no en los intestinos (Gómez, 2008).

Según el método de análisis de la fibra propuesto por Van Soest, el tratamiento del forraje o material vegetal con una solución neutro detergente, conlleva a que todo el contenido celular del material se extraiga y el residuo de la digestión lo constituya la pared celular. De allí que el residuo lo componen la celulosa, la hemicelulosa, la lignina, al igual que otros componentes unidos a la pared celular, incluyendo parte de los compuestos nitrogenados, siendo estos en variados casos con proteínas y minerales (De Gracia, 2015).

La fracción orgánica se conoce como fibra detergente neutro, que es el procedimiento que se puede utilizar en la mayoría de los forrajes, en caso de que la muestra tenga un alto contenido de almidón, como concentrados, ensilaje de maíz y heces, se sugiere modificar el proceso utilizando una amilasa para facilitar la filtración durante el análisis y el almidón se puede quedar como parte del residuo sobreestimando el contenido de fibra. Para este



procedimiento se recomienda no utilizar muestras que hayan sido secadas en horno a temperatura  $\geq 60$  °C. (De Gracia, 2015).

#### **2.8.4. FIBRA DETERGENTE ÁCIDA**

Es el material insoluble en una solución detergente ácida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales. La diferencia entre FND y FAD consiste fundamentalmente en hemicelulosa. Es necesario apuntar que la determinación secuencial de FAD y lignina permite un cálculo más preciso del contenido de celulosa y hemicelulosa, pero el método no secuencial es más adecuado para la determinación de cenizas ácidas insolubles, taninos y nitrógeno insoluble en FAD (Calsamiglia 1997).

La fibra ácida se utiliza para calcular la energía que derivará de la comida ingerida por el animal. Estos cálculos son muy importantes para determinar cuánta comida se le debe administrar (Schroeder, 1994).

La fibra ácida o poco soluble es capaz de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal. Los componentes de este tipo de fibra son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino. Es la base para utilizar la fibra insoluble en el tratamiento y prevención de la constipación crónica. Por otra parte, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (Cano *et al.*, 2001).

De acuerdo a De Gracia (2015), en este procedimiento se da una limitación en la acción de la solución detergente ácido cuando la muestra contiene un contenido de lípidos superior al 5 %; por ello, se recomienda que se extraiga de la muestra cuando se ha excedido de este porcentaje. Este procedimiento es más fácil de repetir que el método de fibra cruda, debido a que aísla una fracción que básicamente es utilizado con poca eficiencia por los animales. Con este procedimiento, casi toda la hemicelulosa es hidrolizada, aunque la fracción cristalina de la celulosa no lo sea.

De forma adicional, la lignina que se presenta en esta fracción, no se digiere, por lo que la fracción la constituye la lignocelulosa. En esta fracción por lo general queda retenida la proteína ligada, aquella que en el caso de productos vegetales y de origen animal dañado por efecto del calor ha sido sometido el producto durante su procesamiento, y la sílice. De esta forma la fracción orgánica es identificada como la fibra detergente ácido, fracción que puede posteriormente se digerirá para identificar el contenido de cada uno de sus componentes, a saber, celulosa, lignina y sílice. Cabe destacar que en este procedimiento no se debe utilizar muestras que han sido secadas en horno a temperatura  $\geq 60$  °C (De Gracia, 2015).

### **2.8.5. LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA**

El método se basa en la solubilidad de un agente tensioactivo, a través de una solución ácida, con la cual se adquiere una fracción soluble que consiste en hemicelulosa, proteínas, lípidos y sustancias minerales solubles. El residuo fibroso está compuesto por celulosa, lignina y por las sustancias minerales insolubles en un ambiente ácido, esto se define como FDA. La diferencia entre una fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) por lo general se determina por la hemicelulosa ( Contexto ganadero, 2018).

Una vez que se ha realizado la determinación de la fibra detergente ácido, se tiene que uno de los componentes de esta fracción está constituido por la lignina, la misma que se determina al disolver u oxidar el componente orgánico de la fracción detergente ácido con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 72 % por peso o una solución de KMnO<sub>4</sub>. La acción del ácido o el permanganato es la disolución de la lignina dejando como residuo lo que sería la celulosa. El contenido de lignina es calculado por la pérdida de peso del material, después del tratamiento con cualquiera de las soluciones mencionadas anteriormente. En el caso del permanganato de potasio, es utilizado de forma adicional una solución decolorante, que remueve los residuos de permanganato, conocida como solución demineralizadora (De Gracia, 2015).

## 2.10. MATERIA SECA

Esta técnica se basa en la evaporación total de agua entre 100 y 105° C hasta peso constante. Se considera que la pérdida de peso es agua. Dicho método tiene el mismo fundamento que la estufa es decir que se basa en la evaporación de agua mediante calor, este calor es generado por una fuente luminosa a una determinada intensidad; el método tiene la ventaja de ser rápido y económico (Godínez, 2007).

El método de digestibilidad in vitro de la materia seca radica en una simulacro del ambiente ruminal, en el cual se crea una atmósfera reductora rica en dióxido de carbono y exenta de oxígeno, con los minerales y el pH necesario para albergar los microorganismos del rumen, se realiza una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a la temperatura corporal del rumiante de 39°C, seguida del tratamiento del residuo con una disolución detergente neutro durante una hora a 100°C. El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es fundamental para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para los rumiantes (CINA., 2017)

## 2.9. DEGRADACIÓN RUMINAL O *IN SITU*

La estimación de la degradabilidad in situ por medio de las diversas metodologías propuestas, tiene como propósito evaluar las características tales como: tasa y magnitud de la ingestión de alimentos, mismas que están relacionadas con la calidad nutritiva de los forrajes (Sosa, Castillo, Jarillo, T Mannetje, Aluja, & Monsalve, 2001); todo esto puede dar una muestra del aporte de nutrientes de las diferentes fuentes alimenticias puestas en práctica en los rebaños bovinos ( Razz , 2004) .

Para (Moallem *et al* ., 2008) los forrajes y las especies arbóreas tienen fibra, mismas que son degradadas por bacterias que producen la celulosa, pertenecientes al género *Ruminococcus Bacteroides* y *Butyrivibrio*, donde la población se puede ver afectada por los factores tipo de dieta y forraje, tasa de pasaje, tamaño de partículas entre otros. La fibra tiene como función mantener cercano a la neutralidad el pH del rumen, favoreciendo el incremento de la

población de las bacterias celulolíticas y por ende, la disponibilidad de ácido propiónico considerada la principal fuente de energía del rumiante.

## **2.11. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL RUMIANTE**

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no-rumiantes. Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas, y los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales (DE) (Relling y Mattioli, 2003).

La comunidad microbiana, que habita en el rumen, se caracteriza por su alta densidad de población, amplia diversidad y complejidad de interacciones, encontrando, en este órgano, representantes de los tres dominios: Bacteria, Archaea y Eucarya, protozoos ciliados, hongos anaerobios y bacteriófagos (Reyes *et al.*, 2008).

## **2.12. EL PROCESO DE AMONIFICACIÓN EN LOS SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS**

De acuerdo a Forero (1990) citado por Cuesta *et al.* (2000), la amonificación es un tratamiento factible económicamente que ayuda a mejorar el valor nutritivo de los subproductos fibrosos agrícolas y aumenta la digestibilidad de la materia seca. Este procedimiento afecta la pared celular de los residuos fibrosos y libera varios de los carbohidratos que la conforman, haciendo que se dé una fácil fermentación.

La amonificación, es el proceso donde los compuestos nitrogenados que se encuentran en el suelo, productos de la descomposición de materiales orgánicos complejos tales como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos y nucleótidos son degradados a compuestos simples por organismos que habitan el suelo, principalmente bacterias y hongos. Según Botero (s/f), la

amonificación ayuda en la conservar de los almidones y azúcares, de alto valor energético, en la manera original en la cual se encuentran en el alimento, impidiendo su pérdida por fermentación al transformarse en alcoholes. Microorganismos que metabolizan estos compuestos y liberan el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco o ión amonio.

De acuerdo a Briceño y Ojoda (2011); Corpoica (2000) citado por Omaña y Saavedra (2013), los tratamientos químicos adicionados a los materiales fibrosos con el uso de urea o gas amoniaco como fuente de amoniaco, por lo general se conoce de los denomina amonificación, tratamiento químico que se enriquece con nitrógeno no proteico, material vegetativo fibroso de baja calidad nutricional, diseñada para mejorar la calidad nutricional de los recursos que presentan un elevado contenido de pared celular. Este proceso aumenta el contenido de nitrógeno del material, el mismo que facilita la ruptura de los complejos donde la hemicelulosa se encuentra de manera frecuente unida a la lignina, haciendo que se mejore la degradabilidad al romper los enlaces que hay entre la celulosa y la lignina en las paredes celulares, provocando la liberación de carbohidratos estructurales que son muy indigestibles por parte de los microorganismos.

Los materiales fibrosos amonificados mejoran la calidad nutricional en relación al material sin amonificar, además muestra diferencias en el proceso según el tamaño de la partícula (Fuentes *et al.*, 2001 citado por Hernández y Saavedra 2013) (ver cuadro 1).

**Cuadro 1.** Contenido nutricional de rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro (NH<sub>3</sub>) con diferente tamaño de partícula.

Tratamientos	MS %	% PC	EE	Cenizas	FDN	FDA
Rastrojo	95,80	4,90	1,23	6,83	72,45	46,77
Rastrojo molido + NH <sub>3</sub>	78,38	10,33	1,10	7,31	57,73	43,40
Rastrojo molido + NH <sub>3</sub>	76,30	10,62	1,76	8,05	67,77	40,75
Rastrojo molido + NH <sub>3</sub>	73,40	9,40	1,10	6,41	66,85	41,41

**Fuente:** Fuentes *et al* (2001, citado por Hernández y Saavedra (2013)

Así mismo Jiménez *et al.* (2006) citado por Hernández y Saavedra (2013) muestran en un experimento con ovinos, el incremento de la calidad nutricional y la digestibilidad de los residuos amonificados (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Efecto del tipo de amonificación y conservación sobre la digestibilidad, consumo y selectividad de rastrojos de maíz en ovinos.

Digestibilidad <i>in vivo</i> aparente (%)	Tratamientos			
	SS	SA	SC	SE
Materia seca	57,6 <sup>a</sup>	55,8 <sup>b</sup>	65,5 <sup>b</sup>	68,8 <sup>b</sup>
Proteína cruda	21,8 <sup>a</sup>	67,3 <sup>b</sup>	60,4 <sup>c</sup>	66,5 <sup>b</sup>
Fibra cruda	66,6 <sup>a</sup>	43,3 <sup>b</sup>	62,1 <sup>b</sup>	37,0 <sup>c</sup>

SS: No ensilado ni amonificado; SA: Amonificado en silo plástico y expuesto al medio ambiente; SC: amonificado en silo plástico en el suelo y cubierto con una capa de 5 cm de tierra; SE: amonificado en silo plástico en una poza de compostaje (lugar donde se eliminan los desechos orgánicos) y cubierto por 20 cm de estiércol de cobayo.

**Fuente:** Jiménez *et al.* (2006) citado por Hernández y Saavedra. (2013)

El proceso de amonificación mejora de forma significativa la digestibilidad y consumo del rastrojo de maíz en ovinos. En lo que respecta a la interacción de los efectos del tamaño de partícula y del tipo de amonificación conservación sobre los parámetros de digestibilidad y consumo no fue muy significativa para los tratamientos evaluados; por el contrario, los cambios en la longitud de partícula del rastrojo de maíz permitieron un mejor proceso de amonificación. (Jiménez *et al.*, 2010)

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. EXPERIMENTO I**

Efecto del nivel de urea (0,3 y 5%) y de diferentes tiempos de fermentación (30 y 44 días) sobre la composición química del bagazo de caña de azúcar

#### **3.1.1. UBICACIÓN**

El experimento se condujo en la Hacienda “Puro Bravo”, ubicada en el sitio “La Soledad”, cantón Junín, provincia de Manabí; situado geográficamente entre las coordenadas 0° 56” 8” latitud Sur, 80° 11” 0” Longitud Oeste y una altitud de 15 metros sobre el nivel del mar (msnm)(PDOT .2014).

#### **3.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS**

El cantón Junín presenta un clima mega térmico – seco al igual que las localidades que se encuentran distribuidas en una franja de unos 33 60 Km de ancho que parte del norte de Manabí y se dirige al sur recorriendo al este de la zona anterior, hasta los límites con Perú. Las precipitaciones anuales varían de 500 a 1000 mm al año, siendo específicamente en Junín de 617,50 mm con una estación lluviosa de enero a abril y un verano muy seco y de temperaturas elevadas, siendo la temperatura media de 25 °C. Presenta dos estaciones climáticas bien definidas: invierno y verano.

#### **3.1.3. DURACIÓN**

El presente experimento tuvo una duración de tres meses, desde la ejecución del proyecto hasta la obtención de los análisis bromatológicos.

#### **3.1.4. FACTORES EN ESTUDIO**

**FACTOR A:** Niveles de urea (0, 3 y 5 %)

**FACTOR B:** Tiempos de fermentación del bagazo (30 y 44 días)

### 3.1.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado con Arreglo Factorial 3x2, donde el Factor A se representó por los diferentes niveles de inclusión de urea (0, 3 y 5 %) y el Factor B, tiempos de fermentación del bagazo de caña (30 y 44 días). Cada combinación de estos factores constó con tres repeticiones.

EL modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  : Observación k-ésima del i-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel del factor B

$\mu$  : Media general.

$\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo nivel del factor A (Inclusión de urea)  $i=1,2$  y 3

$\beta_j$  : Efecto del j-ésimo nivel del factor B (Días de fermentación)  $j= 1$  y 2

$\alpha\beta_{ij}$  : Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  : Efecto aleatorio o error experimental con media cero y varianza común.

### 3.1.6. VARIABLES A MEDIR

#### 3.1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Niveles de urea (%) en el bagazo de caña azúcar (0, 3 y 5 %).

Tiempos de fermentación del bagazo de caña azúcar (30 y 44 días).



### **3.1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

Materia seca.

Lignina detergente ácida.

Proteína cruda.

Fibra digestible neutra (FDN).

Fibra digestible ácida (FDA).

### **3.1.7. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS**

#### **3.1.7.1. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DEL PROCESAMIENTO DEL ENSILADO DEL BAGAZO DE CAÑA**

El estudio se realizó entre los meses de enero y mayo del 2019 (época de cosecha), se dispuso de un galpón que reunió las condiciones y características para desarrollar el proceso de Amonificación tales como: protegido de la radiación solar directa, de roedores y con un ambiente seco que favoreció el mantenimiento integral del material de estudio; cercano a los equipos de molienda para desarrollar el proceso del bagazo de la caña de azúcar.

#### **3.1.7.2. OBTENCIÓN DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

Se seleccionó el cultivo de caña de azúcar con una edad de seis (6) meses, material que se cosecho, recolecto y transporto hasta el trapiche, para la extracción del jugo de la caña; se obtuvo como resultado de este proceso el bagazo de la caña de azúcar que fue utilizado como material vegetativo.

#### **3.1.7.3. PROCESO DE LA AMONIFICACIÓN CON LA UREA**

La fuente de nitrógeno que se utilizo fue urea agrícola (46% N), el procedimiento de amonificación, consistió en llenar los recipientes (tachos) de (20 kg) con el bagazo, próximamente se compacto y se humedeció en la solución de urea- agua hasta llenar los tachos, los mismos fueron tapados y sellados herméticamente con cinta de embalaje garantizando un ambiente anaeróbico.

El arreglo de los tratamientos, producto de la combinación de los factores de estudio son los siguientes:

<b>Porcentaje de Urea</b>	<b>Tiempos de fermentación (Días)</b>
Urea 0%	30
	44
Urea 3%	30
	44
Urea 5%	30
	44

#### **3.1.7.4. PROCESO DURANTE LA AMONIFICACIÓN**

Transcurrido los primeros 15 días se procedió a la apertura de los recipientes (tachos) con sus respectivos tratamientos y días de fermentación, esto permitió la ventilación del material amonificado, garantizando la eliminación excesiva del  $\text{NH}_3$ .

#### **3.1.7.5. PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA**

Una vez que transcurrió el período de amonificación del bagazo de la caña de azúcar amonificado para cada tratamiento, las muestras se enviaron al laboratorio de la Universidad Técnica de Manabí ubicada en el cantón Santa Ana, parroquia Lodana, donde se realizaron los Análisis Bromatológicos, fracciones de fibra (FDN y FDA).

#### **3.1.7.6. PREPARACIÓN DE MUESTRA**

Las muestras se obtuvieron con sus respectivas dosis de urea y tiempos de fermentación se realizó el proceso de desecado y molienda.

##### **3.1.7.6.1. DESECADO**

Se contó con un kg de bagazo de caña amonificado, por tratamiento, el cual fue deshidratado durante 72 horas, a temperaturas entre 45 a 60°, por medio de una máquina artesanal, perteneciente al Departamento de Producción de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Una vez culminado el proceso mencionado

se obtuvieron los pesos de cada muestra para determinar el valor de la humedad.

### **3.1.7.6.2. MOLIENDA**

Luego del desecado de la muestra, se procedió a la molienda mediante molino especial de cuchillas con tamices de un diámetro 1 mm para los análisis bromatológicos y de 2 mm para hacer degradación. Posteriormente las muestras molidas se colocaron en fundas tetra pack plásticos debidamente rotulados con fecha, cantidad y característica de la misma.

Una vez que se obtuvieron los tratamientos molidos con sus respectivos tratamientos con los días de fermentación, se pesaron 1 kg de cada uno de ellos, para el análisis bromatológico respectivo.

### **3.1.8. MÉTODOS DE OBTENCIÓN BROMATOLOGICA**

#### **3.1.8.1. MATERIA SECA**

La obtención de la materia seca se realizó de acuerdo a la técnica descrita por Godínez (2007), siendo empleada la siguiente fórmula para el cálculo:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Final} \times 100}{\text{Peso de la Muestra}}$$

#### **3.1.8.2. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA**

La obtención de la Proteína Cruda se realizó de acuerdo a la técnica descrita por Lagunes (2015), siendo empleada la siguiente formula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCL} \times \text{Normalidad} \times \text{MEg del N} \times 100}{\text{Gramos de la muestra}}$$

Para obtener la cantidad de proteína bruta, se multiplicó el valor del % de Nitrógeno por el factor 6,25% de Proteína = % de Nitrógeno x 6,25.

#### **3.1.8.3. FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA)**

Para este análisis se consideraron los métodos analíticos eficientes descrita por AOAC INTERNATIONAL (1984).

Las fórmulas para los cálculos de FDN y FDA fueron los siguientes:

**Formula de FDN:**

$$\text{FDN}(\% \text{bs}) = 100 \times \{ (T + \text{FDN}) - [T1 \times (\text{Tbco2} / \text{Tbco1})] \} / \text{MH1} \times \text{MS}$$

**Dónde:**

**%bs:** Porcentaje sobre base seca.

**MH1:** Peso de la muestra.

**MS:** Coeficiente de materia seca.

**T+FDN:** Peso de la bolsa+ muestra post digestión.

**T1:** Peso de la bolsa vacía.

**Tbco1:** Peso de bolsa blanco pre digestión.

**Tbco2:** Peso de bolsa blanco post digestión

**Formula de FDA:**

$$\text{FDA}(\% \text{bs}) = \frac{100 \times \{ (T + \text{FDA}) - [T1 \times (\text{Tbco2} / \text{Tbco1})] \}}{\text{MH1} \times \text{MS}}$$

**Dónde:**

**%bs:** Porcentaje sobre base seca.

**MH1:** Peso de la muestra.

**MS:** *Coeficiente de materia seca.*

**T+FDA:** Peso de la bolsa+ muestra post digestión.

**T1:** Peso de la bolsa vacía.

**Tbco1:** Peso de bolsa blanco pre digestión.

**Tbco2:** Peso de bolsa blanco post digestión

### **3.1. EXPERIMENTO 2**

Efecto del nivel de urea y de diferentes tiempos de fermentación sobre la degradabilidad ruminal *in situ* en la materia seca del bagazo de caña de azúcar.

#### **3.2.1. UBICACIÓN**

El presente experimento se realizó en el Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencia Veterinaria de la Universidad Técnica de Manabí, ubicado en el cantón Santa Ana parroquia Lodana, ubicado geográficamente en el centro este de la provincia de Manabí, a 1° 12' de latitud Sur y 80° 22" de longitud Oeste. Su altitud es de 50 m.s.n.m. y su zona alta más elevada alcanza una altura de 400 m.s.n.m.

#### **3.2.2. CONDICIONES CLIMATICAS**

##### **3.2.2.1. TEMPERATURA**

En Santa Ana, la temporada de lluvia es muy caliente, opresiva y nublada y la temporada seca es caliente, bochornosa y parcialmente nublada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 32 °C (ECURED, 2019).

##### **3.2.2.2. PRECIPITACIÓN**

La temperatura promedio es de 20,2 °C, con una precipitación promedio anual de 4222,7 mm siendo los meses de agosto y septiembre los más secos y junio y julio los más lluviosos (ECURED, 2019).

##### **3.2.2.3. DURACIÓN**

El tiempo que tomó la presente investigación fue alrededor de tres (3) meses campo (febrero – abril).

### **3.2.3. DEGRADABILIDAD RUMINAL**

Se realizó en el departamento de producción animal de la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Veterinaria, ubicada en el cantón Santa Ana, en la parroquia Lodana para la investigación se utilizaron vacas fistuladas en el rumen provisto de cánulas permanentes de goma flexible.

### **3.2.4. ANIMALES A UTILIZAR**

Se utilizaron bovinos mestizos fistulados por un tiempo de 15 días consecutivos con un descanso de un día por inclusión de las muestras, en los rumiantes se encontraron en buen estado de salud y bienestar animal.

### **3.2.6. PROCEDIMIENTO**

En una balanza analítica se pesaron 2,5 g de muestra, molidas a 2 mm, se colocaron cada una en una bolsa de nylon previamente rotulado las cuales fueron selladas con amarras de plástico, de cada tratamiento a analizar, con tres repeticiones, para su ubicación en el rumen. Posteriormente se extrajeron del rumen a los tiempos de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, respectivamente, con las tomas de las distintas muestras. Seguidamente, se colocaron en un *cooler* con hielo, se cerraron la cánula, y se procedió a lavar los alrededores de la cánula con una solución yodada y con aplicaciones de spray plata (bactrovet) para evitar contaminación.

Las muestras fueron llevadas e incubadas al congelador, una vez pasadas las 72 horas, se sacaron del congelador y se lavaron varias veces en una lavadora, hasta eliminar los residuos y el agua fuera incolora, este proceso se realizó con cada una de las horas y tratamientos a evaluarse.

Todas las bolsas para la hora cero (0), no se introdujeron en el animal, solo fueron incluidas al momento de lavar las muestras. Posteriormente se centrifugaron las muestras, se sacaron las amarras y se fueron llevadas a la estufa por 24 horas a 105 °C. pasadas las 24 horas se pesaron las muestras, luego se verificó que tanto se degradaron en cada tiempo.

Para el procesamiento de las muestras se utilizó el análisis usado por (Orskov y McDonald 1979). El cálculo de la degradabilidad se realizó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Degradabilidad} = \frac{M_{\text{pre}} - M_{\text{post}}}{M_{\text{pre}}} \times 100$$

**Dónde:**

**%DISMS:** Porcentaje de degradación *in situ* de la MS.

**Mpre:** Materia pre-incubada

**Mpost:** Materia post-incubada

### 3.2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos se analizaron a través de un Análisis de Varianza. Las diferencias entre los factores de estudio e interacción, se observaron a través de la Prueba de Tukey al 5% de probabilidad, usando el paquete estadístico SAS (2013).

Igualmente se realizó la estadística descriptiva, teniendo presente la media (tendencia central), desviación estándar y coeficiente de variación (medidas de dispersión). Los resultados se representaron en cuadros y gráficas teniendo presente el interés que reflejen, de acuerdo a los objetivos planteados.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de los diferentes factores de estudio en la composición bromatológica del bagazo de caña

#### 4.1.1 Proteína Cruda (PC)

El análisis de varianza para los factores de estudio (Urea, tiempo de fermentación e interacción) se muestra en Anexo 1. Para la PC los resultados arrojaron diferencia altamente significativa en los distintos niveles de inclusión de urea (Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1. Promedios del factor urea sobre los distintos componentes bromatológicos bajo estudio.**

DOSIS DE UREA	PC	FDN	FDA	LDA	CENIZA
UREA 0%	3,291 <sup>c</sup> ±0,22	81,033 <sup>a</sup> ±0,41	43,185 <sup>a</sup> ±4,67	7,747 <sup>a</sup> ±0,93	5,378 <sup>b</sup> ±0,24
UREA 3 %	26,766 <sup>b</sup> ±1,39	55,0917 <sup>b</sup> ±0,71	33,158 <sup>b</sup> ±0,26	5,5632 <sup>b</sup> ±0,14	5,775 <sup>b</sup> ±0,13
UREA 5%	33,723 <sup>a</sup> ±2,03	49,0617 <sup>c</sup> ±0,57	28,453 <sup>c</sup> ±0,45	4,755 <sup>b</sup> ±0,26	8,000 <sup>a</sup> ±0,40
PROBABILIDAD	< 0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,006	< 0,00001

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; Fibra detergente Ácida; LDA: lignina Detergente Ácida.

a,b, c Letras distintas en la columna difieren estadísticamente al 5 % (Tukey).

Se destaca un incremento en los niveles de proteína a medida que se adiciona porcentualmente urea al bagazo de caña, siendo al nivel del 5 % el mayor (33,73 %). Estos resultados podrían ser debidos a la amonificación que se presenta, con la inclusión de nitrógeno.

En el grafico 4.1. en referencia al factor simple de Proteína cruda se observa una interacción con cambio de magnitud hasta la adición de urea al 3% y posterior se observa un cambio de dirección con la adición de urea 5% con un nivel de significancia altamente significativa ( $P < 0,001$ ), revelando que a partir de la interacción existe un cambio ya que , comienza a volatizarse la urea debido a un proceso químico por el factor tiempo de fermentación en donde



también es altamente significativo (Cuadro 4.2) Según Tesfaye *et al.* (2016) reportaron un incremento en los valores de PC (14,90; 15,92 y 16,87%) al someter la panca de maíz a 4,5 y 6 % de urea durante 1,2 y 3 semanas.

Según Castellanos *et al.* (2017) observaron que a mayor tiempo de amonificación y a las diferencias en la calidad inicial de la panca de maíz el contenido de PC aumento. Estos resultados, reflejan la dependencia entre los factores de estudio en la variable PC, de allí que la variabilidad observada está asociada a la combinación de los porcentajes de urea y tiempos de fermentación.

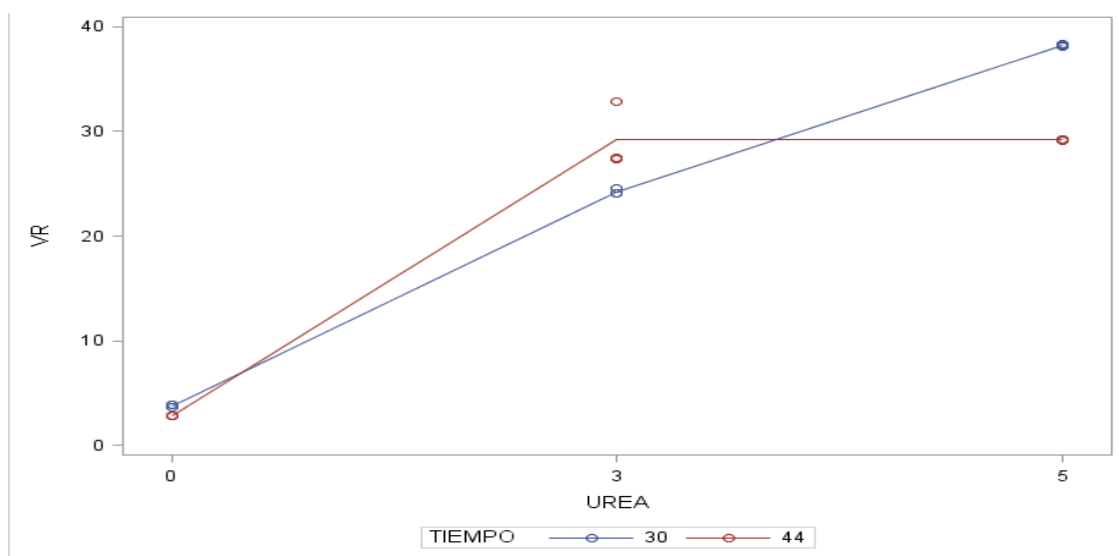
De forma similar el análisis bromatológico realizado por Arias *et al.* (2012), al examinar los diferentes porcentajes de cada uno de los alimentos utilizados en dietas de bovinos, se observó que la el contribución de PC que hace el bagacillo de caña normal es de 4,76 %, valor menor al del silo de sorgo y bagacillo amonificado con 9,55 y 8,10% de proteína respectivamente. Esto demuestra que el bagacillo amonificado aumentó el porcentaje de PC con respecto al bagacillo normal, quedando por debajo del silo de sorgo por 1,45 % de proteína cruda.

Así mismo, en un estudio realizado por Jaramillo (2018), se demuestra que la PC entre el día 21 y 28 solo presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los ensilajes del (T1 0 %), lo cual se puede generar por la proteólisis que realizan los microorganismos, disminuyendo de esta manera la cantidad de PC en la fase final de la fermentación, sin embargo, los tratamientos que tuvieron la inoculación de urea tuvieron esta variación en el porcentaje de PC ( $p > 0,05$ ). Así mismo, estos resultados coinciden con lo reportado por Araujo *et al.* (1996) citado por Rodríguez *et al.* (2001) en bagazo de caña de azúcar, quienes observaron valores de 48,41, 51,60 y 51,64 para 0, 5 y 10 % de urea, respectivamente, no existiendo diferencias entre los niveles 5 y 10 % de urea.

La urea puede ser suministrada en soluciones de melaza-urea rociadas sobre el forraje o separadamente, sin menoscabo de la respuesta animal (Chacón, 2011). Otro estudio revela que el tratamiento con urea evidenció influencia ( $P < 0,0001$ ) sobre el contenido de nitrógeno, incrementándose con la adición de

urea (1,86 y 2,94 % para 3 y 6 % de urea, respectivamente), y permaneciendo estadísticamente similares el testigo y 0 % de urea con 1,12 y 1,10 %, respectivamente (Rodríguez *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos son similares a los de Rodríguez *et al.* (2004), quienes obtuvieron diferencias ( $P < 0,0001$ ) en el tratamiento con urea, sobre el contenido de nitrógeno, principalmente con adiciones de urea (1,86 y 2,94 % para 3 y 6 % de urea, respectivamente).



$P - 0,0001$

**Gráfico 4.1. Interacción entre los distintos niveles de urea y tiempos de fermentación para la variable proteína cruda.**

El análisis de varianza para los factores de estudio (Urea, tiempo de fermentación e interacción) se muestra en anexo 1. La variable Proteína Cruda se destaca de las demás variables, ya que arrojó una diferencia altamente significativa para los distintos tiempos de fermentación (Cuadro 4.2). Siendo el bagazo de caña con mayor proteína el de tiempo 30 con un valor de (22,099).

**Cuadro 4.2. Promedios del factor tiempo sobre la composición química del bagazo de caña de azúcar.**

TIEMPOS DE FERMENTACIÓN	PC	FDN	FDA	LDA	CENIZA
<b>DIA 30</b>	22,09 <sup>a</sup>	62,15 <sup>a</sup>	33,28 <sup>a</sup>	5,82 <sup>a</sup>	6,27 <sup>a</sup>
	±5,00	±4,81	±2,90	±0,59	±0,25
<b>DIA 44</b>	20,42 <sup>b</sup>	61,29 <sup>a</sup>	36,57 <sup>a</sup>	6,22 <sup>a</sup>	6,49 <sup>a</sup>
	±4,43	±5,03	±3,09	±0,66	±0,60
<b>PROBABILIDAD</b>	< 0,01	< 0,19	< 0,29	< 0,53	< 0,32

**PC: Proteína cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; Fibra detergente Ácida; LDA: lignina Detergente Ácida.**

<sup>a,b,c</sup> Letras distintas en la columna difieren estadísticamente al 5 % (Tukey).

#### 4.1.2 Fibra Detergente Neutra (FDN)

Ponce (2015), cuando utilizó 3% de urea, reporta que el tiempo amonificación en el contenido de FDN disminuye a medida que aumentan los días de amonificación (día 21 65,23%; día 35 58,80%), en los resultados obtenidos donde el factor tiempo de fermentación es no significativo (Anexo 2), atribuyéndole la disminución de la FDN al factor simple urea, altamente significativas ( $p < 0,0001$ ), siendo el de menor valor (49,06%) con urea al 5% (Cuadro 4.1).

Además, difieren al estudio realizado por Valiño *et al.* (2004), en el cual hubo una reducción importante de 11,05 unidades porcentuales en la fibra neutro detergente, lo que pudiera estar determinado por la elección del hongo de otra fuente de carbono (hemicelulosa) abundante en el bagazo, y menos compleja estructuralmente. Esta fracción disminuyó muy significativamente 10,71 unidades porcentuales con respecto al control ( $P < 0,001$ ), y la lignina en 2%, aun cuando disminuyó la FAD en dos unidades porcentuales.

Benítez *et al.* (2013) indican que la FDN se redujo de 86% a 80,2%, estos resultados también los ratifica Church (1989) que la amonificación degrada la estructura de la fibra por la ruptura de las cadenas de lignocelulosa, se libera la

celulosa y hemicelulosa de la lignina lo que ayuda a aumentar la digestibilidad del producto.

#### **4.1.3 Fibra Detergente Ácida (FDA)**

La misma variación altamente significativa se da para la variable FDA que se encuentran en anexo 3. En donde la adición de urea 5% al bagazo de caña, realizó una disminución de este componente (Cuadro 4.1) siendo el de menor valor (28,45%)

De igual manera Rodríguez *et al.* (2001) cuando utilizaron diferentes dosis de urea 3 y 6% de urea, la concentración de FDA disminuyó. Esto se da al igual que ocurre con FDN, ya que la amonificación degrada la estructura de la fibra.

#### **4.1.4 Lignina Detergente Ácida (LDA)**

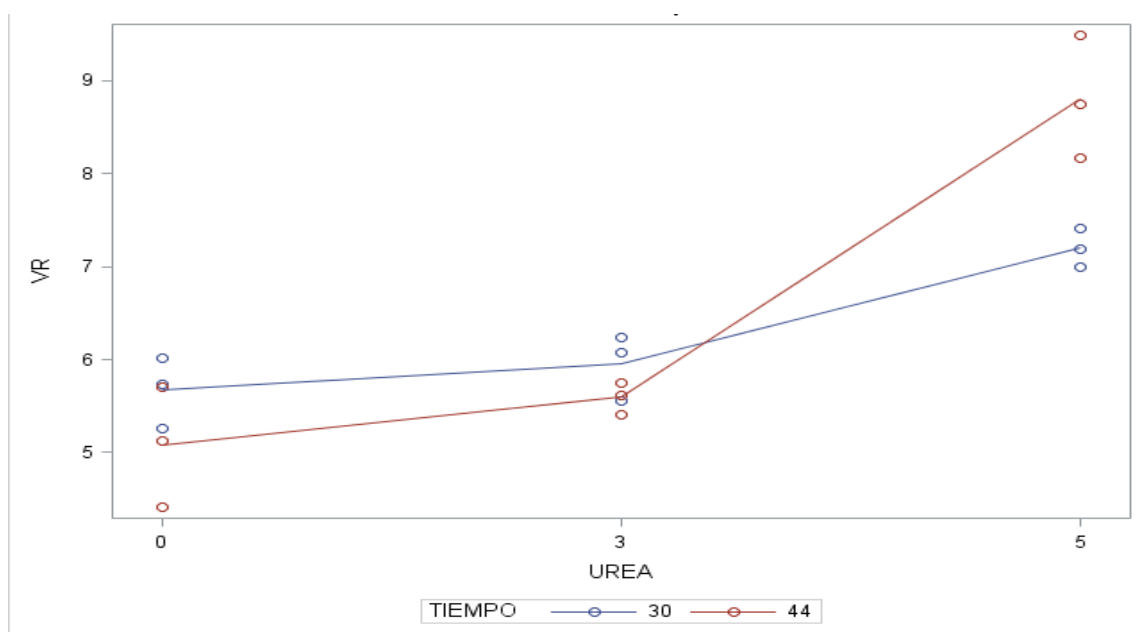
En los factores de estudio Urea, los resultados para la variable LDA proyectaron en los análisis de varianza diferencias altamente significativas (anexo 4), urea al 3 y 5 %, son iguales estadísticamente (Cuadro 4.1). Sin embargo, se observa una diferencia numérica, siendo el de menor valor urea al 5 % (4,755%).

Estos resultados expuestos concuerdan con los encontrados en el estudio de Contreras *et al.* (2009), donde se muestra diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), mayores valores de azúcares reductores, LDA en ensilaje de maíz sin inóculo (7,05%), mientras que para ensilaje de maíz con inóculo se encontraron valores de 0,22% de azúcares reductores, resultados que son atribuidos a la presencia de urea, que hace que las fermentaciones duren más tiempo y por lo tanto se consuman más azúcares, 4,18% para LDA la acción del inóculo utilizado el cual mejora la fermentación del ensilaje a través de acelerar la disminución del pH, aumentando la concentración de ácido láctico y mejorando la estabilidad anaeróbica.

#### 4.1.5 Ceniza

El estudio de variabilidad del componente bromatológico ceniza, nos detalla diferencias estadísticas en el factor urea, y a su vez en la interacción (Anexo 5) se observa que el de mayor porcentaje de ceniza ( 8%) en el factor de estudio urea fue en la adición de 5% (Anexo 5).

En la gráfico 4.2. En referencia a ceniza, se observa una interacción (cambio de dirección) altamente significativa ( $P < 0.0021$ ), revelando que a partir de la adición de urea se incrementan la cantidad de ceniza, lo cual es contradictorio a Talavera et al. (2012) que con la comparación de los mismos niveles de urea en la biomasa del pasto guinea (*Panicum maximun*) el nivel al 3% al 5 % incremento de 8,60 a 8,56, respectivamente.



$p - 0.0021$

**Gráfico 4.2. Efecto de la Interacción entre los distintos niveles de urea y tiempos de fermentación para la variable ceniza.**

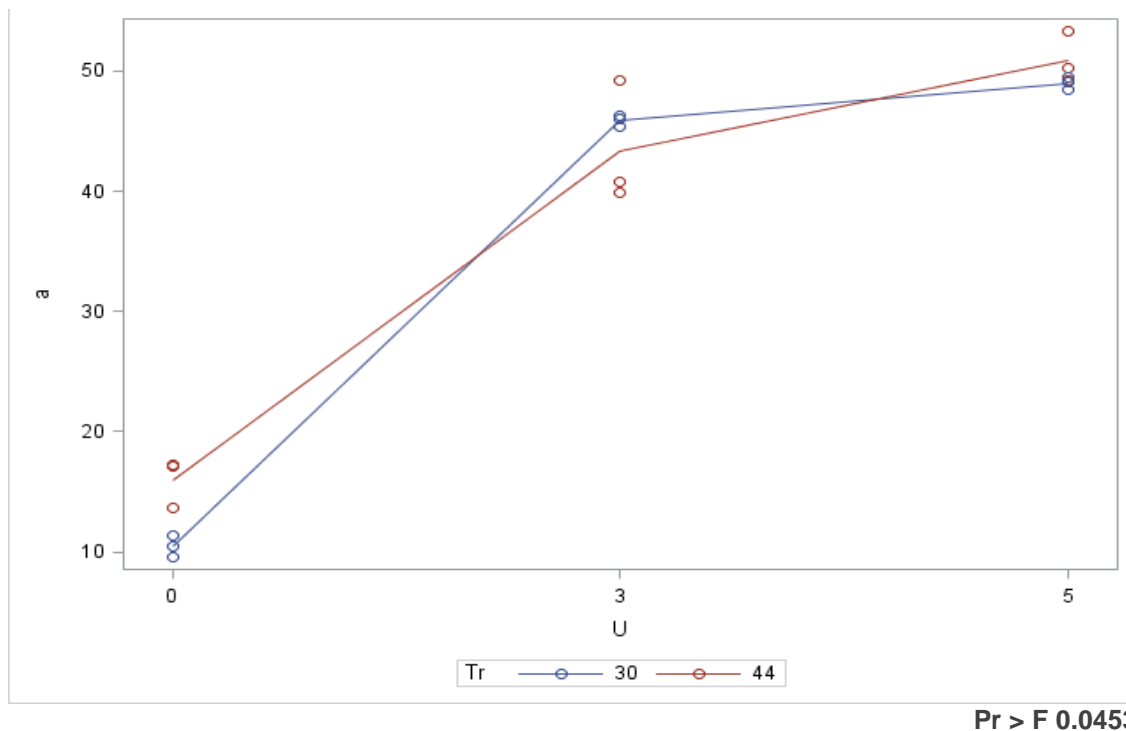
## 4.2. Efecto de los diferentes factores de estudio en la degradabilidad ruminal *in situ* del bagazo de caña amonificado

### 4.2.1. Fracción Soluble.

Se observa en el análisis de varianza (Anexo 6), una diferencia altamente significativa para el factor principal urea ( $P < .0001$ ), dando como mejor valor de fracción soluble la amonificación de bagazo de caña de azúcar al 5% urea

(Cuadro 4.3) siendo de 49,93%. Los resultados obtenidos son similares a los encontrados en el estudio de Castellano *et al.* (2017), quienes concluyen que los valores promedios de la DIVMS presentan diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre los niveles de urea. Además, se observó un incremento de 11.17% de la DIVMS al aplicar 6% de urea (66.59%). En contraposición se encontraron diferencias por efecto de la procedencia de la panca. En otro estudio realizado por Fuentes *et al.* (2001), reportaron valores de 66.05, 71.50 y 71.94% de DIVMS al tratar la panca de maíz molida, picada y entera, respectivamente, con 4% de amoníaco en un tiempo de 4 semanas en relación a la panca sin tratar (64.67% de DIVMS). Así mismo, se corrobora con los resultados del estudio Tesfaye *et al.* (2006) observaron que el tratamiento con 5% de urea incrementó la DIVMS en 7.7%, en proporción a la panca sin tratar.

En el Grafico 4.3., se destaca una interacción de cambio de dirección significativa ( $P > 0.0453$ ). La mejora de la digestibilidad de materiales altamente fibrosos tratados con urea se puede atribuir al efecto del amoníaco sobre las paredes celulares de la fibra. Los resultados encontrados el estudio de Araiza *et al.* (2013), en el cual se indica que la acción química del amoníaco permite romper los enlaces de los complejos estructurales de la celulosa y hemicelulosa, lo que propicia mayor cantidad y disponibilidad de carbohidratos solubles para los microorganismos ruminales; al igual que Reyes (2018), encontró que la fracción soluble o rápidamente degradable (A) de la cáscara de maní amonificada logrando valores que oscilan entre 50,68 y 53,19 %. Los resultados expuestos difieren de reportado por Araiza *et al.* (2013), con valores superiores en ensilados de maíz y manzana que estuvieron por el orden del 39,49 % y 42,53 %. Estos resultados demuestran que la interacción es significativa debido el factor simple urea está afectando a la variable de estudio.



**Gráfico 4.3. Efecto de la interacción urea x tiempo de fermentación en la fracción soluble de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado**

**Cuadro 4.3. Efecto de los diferentes niveles de urea 3 y 5% sobre degradabilidad ruminal in situ (%) de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado.**

<b>EFFECTO UREA</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>FS (%)</b>	13,22 <sup>c</sup> ±3,13	44,57 <sup>b</sup> ±3,13	49,93 <sup>a</sup> ±3,13	<.0001
<b>FI (%)</b>	37,90 <sup>a</sup> ±1,36	26,04 <sup>b</sup> ±1,46	26,59 <sup>b</sup> ±0,71	<0.0045
<b>TD (%)</b>	0,04 <sup>a</sup> ±1,32	0,04 <sup>a</sup> ±1,08	0,03 <sup>a</sup> ±4,19	<0.7757
<b>DE 2%</b>	3,93 <sup>c</sup> ±3,93	61,61 <sup>b</sup> ±5,56	65,17 <sup>a</sup> ±7,01	<.0001
<b>DE 5%</b>	55,95 <sup>c</sup> ±4,82	55,95 <sup>b</sup> ±1,44	59,76 <sup>a</sup> ±0,98	<.0001
<b>DE 8%</b>	26,28 <sup>c</sup> ±4,87	53,15 <sup>b</sup> ±1,54	57,25 <sup>a</sup> ±0,45	<.0001

**FS: Fracción soluble; FI: Fracción insoluble pero potencialmente degradable; TD: Tasa de degradabilidad; DE: Degradabilidad efectiva.**

<sup>a,b,c</sup> Letras distintas en la columna difieren estadísticamente al 5 % (Tukey).

**Cuadro 4.4. Efecto de los diferentes tiempos de amonificación (30 y 44), sobre degradabilidad ruminal *in situ* (%) de la materia seca (MS) del bagazo de caña de azúcar amonificado.**

<b>EFEECTO TIEMPO DE AMONIFICACION</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>FS (%)</b>	35,11 <sup>a</sup> ± 6.18	36,71 <sup>a</sup> ± 5.39	0.1963
<b>FI (%)</b>	29,04 <sup>a</sup> ± 2.93	31,32 <sup>a</sup> ± 2.66	0.3999
<b>TD (%)</b>	0,04 <sup>a</sup> ± 2.57	0,031 <sup>b</sup> ± 2.80	0.0051
<b>DE 2%</b>	55,73 <sup>a</sup> ± 4.14	54,74 <sup>b</sup> ± 6.42	0.0507
<b>DE 5%</b>	49,38 <sup>a</sup> ± 5.12	48,08 <sup>b</sup> ± 4.68	0.0162
<b>DE 8%</b>	46,06 <sup>a</sup> ± 4.80	45,05 <sup>a</sup> ± 6.73	0.1118

**FS: Fracción soluble; FI: Fracción insoluble pero potencialmente degradable; TD: Tasa de degradabilidad; DE: Degradabilidad efectiva.**

<sup>a,b,c</sup> Letras distintas en la columna difieren estadísticamente al 5 % (Tukey).

#### **4.2.2. Fracción Insoluble pero potencialmente degradable.**

La fracción insoluble pero potencialmente degradable resulto altamente significativo en el análisis de varianza (P 0,0045) solo para el factor simple urea (Anexo 7). Siendo iguales estadísticamente urea al 3 y 5% con valores de 26,04 y 26,59, respectivamente, demostrando una diferencia numérica(Cuadro 4.3).

#### **4.2.3. Tasa de Degradabilidad**

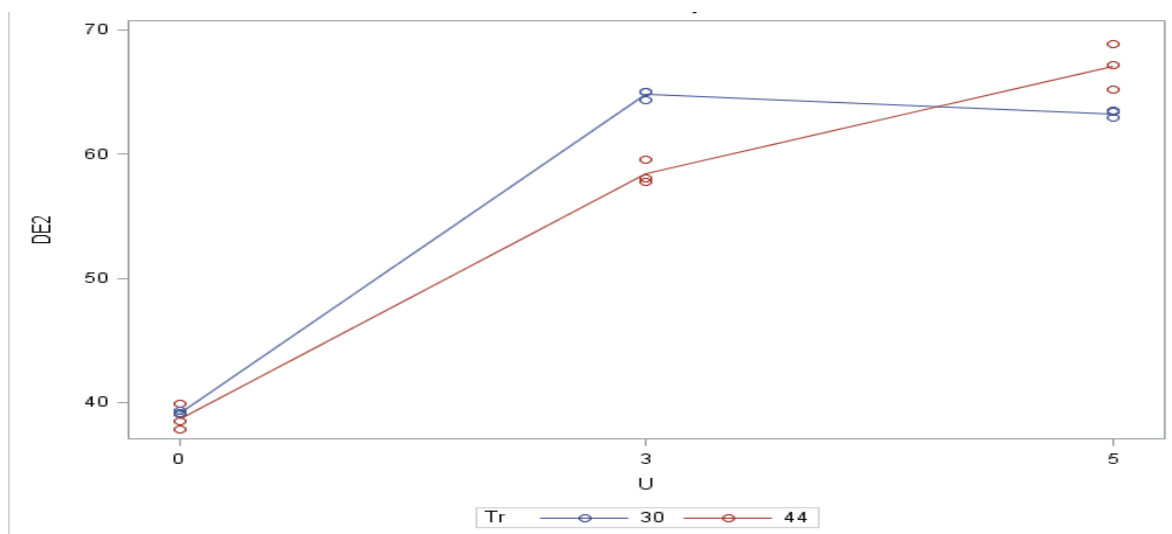
En el análisis de varianza se observa una diferencia altamente significativa para el factor de estudio tiempo (anexo 8), siendo el de menor tasa degradabilidad (día 44) con un valor 0,031% (Cuadro 4.3.). Estos resultados contrastan con los de Reyes (2018), quién corrobora que las tasas de degradación inferiores a 0,02\*h-1 son características de alimentos de baja calidad que necesitan mayor tiempo de permanencia en el rumen para su degradación. Otro estudio que difiere de los resultados obtenidos son los de Araiza *et al.* (2013), el cual demuestra que las tasas de degradación son superiores a los reportados por en ensilaje de maíz con 0,039\*h-1, excepto en el tratamiento cuatro con 9 % de urea, el cual obtuvo 0,02\*h-1.



#### 4.2.4. Degradabilidad efectiva al 2, 5 y 8%

##### Degradabilidad efectiva al 2%

El análisis de varianza Anexo 9 para esta variable fue altamente significativo para el efecto simple urea (P 0,0001), de igual forma la interacción con (P 0.0001)

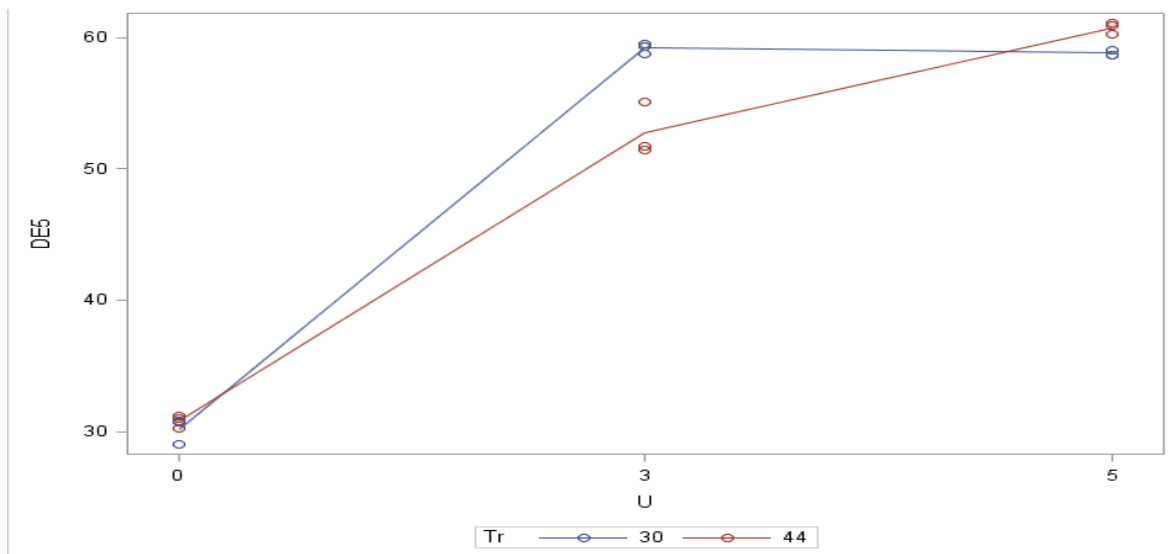


Pr > F <.0001

**Gráfico 4.4. Interacción entre el Efecto urea por tiempo de amonificación, sobre la Degradabilidad efectiva 2% de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado**

##### Degradabilidad efectiva 5%

El análisis de varianza Anexo 10 para esta variable fue altamente significativo para el efecto principal urea (P 0,0001) y tiempo (P 0.0162), de igual forma la interacción con (P 0.0001)



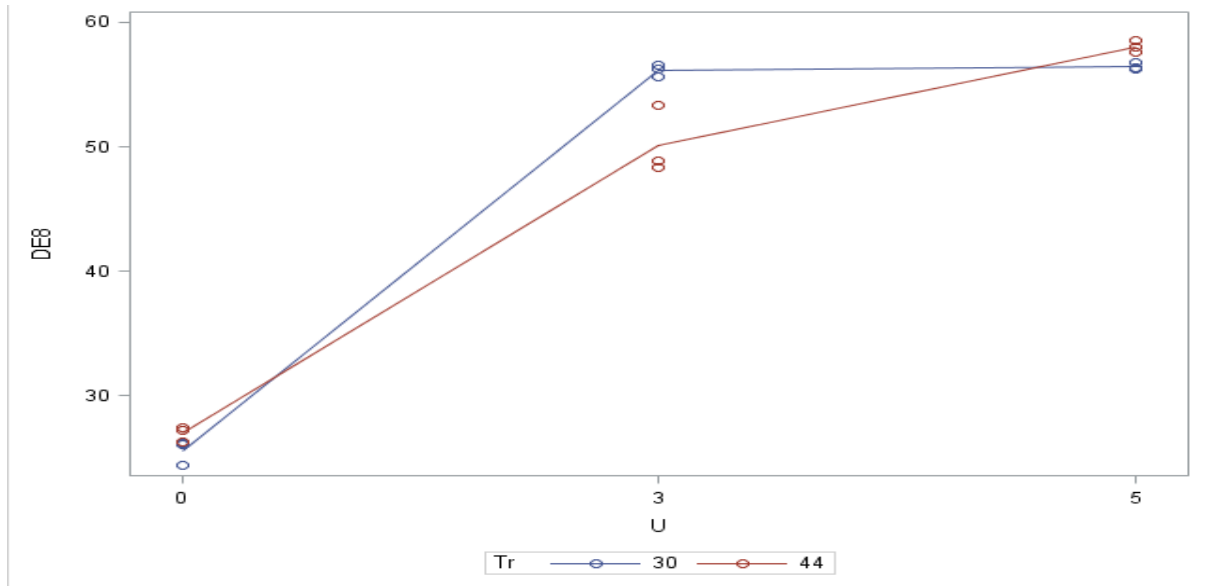
Pr > F <.0001

**Gráfico 4.5. Interacción entre el Efecto urea por tiempo de amonificación, sobre la Degradabilidad efectiva 5% de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado**

#### Degradabilidad efectiva 8%

El análisis de varianza (Anexo 11) para esta variable fue altamente significativo para el efecto simple urea (P 0,0001), de igual forma la interacción con (P 0.0002).

Estos resultados son similares a los reportados por Luna (2017), para quién el tratamiento químico con diferentes niveles de urea mejoró la digestibilidad utilizando 4 % de amoniaco en rastrojo de maíz y salvado de trigo. De igual forma, Saadullah *et al.* (1980) y Fondevila *et al.* (1994), corroboran lo expuesto, comunicando que el tratamiento de paja con  $3 \pm 5$  % de urea aumentó la digestibilidad de la materia seca en  $11 \pm 15$  %, lo que podría atribuirse a la disminución en los contenidos de fibra neutra detergente.



Pr > F 0.0002

**Gráfico 4.6. Interacción entre el Efecto urea por tiempo de amonificación, sobre la Degradabilidad efectiva 8% de la materia seca (MS) del bagazo de caña amonificado**

### **4.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El ensilaje del bagazo de caña amonificado mejora su valor nutricional cuando es conservado a distintos tiempos de fermentación, se la comprueba con el Cuadro 4.1. Y Cuadro 4.2., donde se demuestra que al mayor porcentaje de urea fue el de urea al 5 % (33,72) y tiempo de fermentación 30 (22,09).

El bagazo de caña de azúcar amonificado mejoro la degradabilidad ruminal lo que se demuestra en el cuadro 4.3. y Cuadro 4.4.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

A partir de la literatura consultada y de los resultados obtenidos en el presente estudio bromatológico, referentes a los aspectos operativos para evaluar la degradación *in situ* del ensilaje del bagazo de caña amonificado para complementar la dieta de los bovinos en épocas de sequía, se concluye lo siguiente:

De manera general se puede señalar que la amonificación es un procedimiento químico que ayuda a mejorar el valor nutritivo de los residuos agrícolas; lo que posibilita su uso en la alimentación de rumiantes, principalmente durante la época de mayores escases de forrajes.

La amonificación con urea demuestra una práctica eficiente en el mejoramiento de los valores nutricionales, caracterizado por el aumento de la proteína cruda y disminución de, así como la FDN, FDA y LDA en la medida de que se aumentan niveles de urea.

La variable que tuvo una interacción notable estadísticamente, de las demás variables en estudio fue la de PC, en donde nos dice que no es necesario amonificar al bagazo de caña más de los 30 días, ya que no se connota un incremento de la misma.

La tasa de degradación ruminal se mantuvo constante en todos los niveles de inclusión de urea; lo cual es muy importante en la alimentación de rumiantes; tomando en consideración que tasas de degradabilidad elevadas pueden ocasionar problemas digestivos.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Realizadas las conclusiones se establecieron las siguientes recomendaciones:

Realizar y fomentar el uso de la amonificación a los pequeños y medianos productores, para el uso óptimo del bagazo de caña en épocas de escases de alimento, para los rumiantes

Realizar las pruebas debidas en rumiantes, para medir la calidad efectiva de cada uno de los tratamientos, y su beneficio a las diferentes áreas de producción bovina, a las que se dedican los ganaderos de esta zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J., Magaña, R., Martínez, S. G., Ramirez, J., barajas, R., Plascencia, A. 2010. Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. *Zootecnia Trop.*, 28(4), 489-497.
- Aranda, E. R., Bueno, C. 2018. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la alternativa para los periodos de sequía. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/utilizacion-cana-azucar-alimentacion-t41526.htm>
- Araiza, E., Delgado, E., Carrete, F., Medrano, H., Solís, A., Murillo, M. 2013. Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. Colima, México. *Universidad de Colima, Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 17. num 2, 79-96.
- Arias, C. Z. 2012. Alimentación de vacas encastadas en etapa de producción láctea, con bagacillo de caña de azúcar (*saccharum Officinarum*, L) amonificado en el municipio de Sal Ildelfonso.
- AOAC. 1984. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th edition.
- Arelovich, H. 2011. Tecnología disponible de potencial impacto en la ganadería. Departamento de Agronomía-CERZOS, Universidad Nacional del Sur. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA), 285-300. Argentina.
- Benítez, C., Omaña, M., Panadero, N., Suarez, A. 2013. Evaluación de la amonificación de residuos de cosecha de *Zea mays* como alternativa para la alimentación de rumiantes. Colombia. *Revista Ciencia Animal*, (6), 99 -108.
- Bernardi, G. 2013. Bromatología y tecnología alimentaria. Buenos Aires Argentina: Universidad Belgrano .

- Bello, L. 2012. Método de Van Soest. Disponible: <https://es.slideshare.net/LeinsteinBello/mtodo-de-van-soest>
- Bohórquez, A., Puentes, Y., Menjivar, J. 2014. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1), 73-81
- Borges, GN; Yépez, OB. 2005. Práctica de realización de raciones para Ovinos con recursos locales. (En línea). Consultado 07 de octubre del 2017. Disponible [http://bioteccaprina.inia.gob.ve/dmdocuments/Taller\\_sobre\\_realizaci\\_on\\_%2de\\_%20raciones\\_%20de\\_%20ovinos\\_%20con\\_%20recursos\\_%20locales.pdf](http://bioteccaprina.inia.gob.ve/dmdocuments/Taller_sobre_realizaci_on_%2de_%20raciones_%20de_%20ovinos_%20con_%20recursos_%20locales.pdf)
- Botero, R. 2007. La amonificación, una opción artesanal para la conservación y mejoramiento de suplementos utilizados para rumiantes en el trópico. Recuperado el 1 de junio de 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/amonificacion-opcion-artesanal-conservacion-t27390.htm>
- Botero, R. s/f. La amonificación, una opción artesanal para la conservación y mejoramiento de suplementos utilizados para rumiantes en el trópico. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-8.
- Briceño, A. O. 2011. Efecto de diferentes proporciones de recursos fibrosos tratados y sin tratar con urea sobre la producción de gas y degradabilidad in vitro. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 37(1), 11-18.
- Castellanos, S., Gamarra, J., Gómez, C., Fernández, M. 2017. Amonificación de la panca de maíz (*Zea mays L*) con tres Niveles de Urea Para la Mejora de su Digestibilidad. *Rev. Inv. Perú*. 28(1): 78-85
- Castillo, A. V., Valencia Castillo, H. B. 2011. El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana Volumen XXIV Mayo-agosto*, 5.
- Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. (En línea). Consultado 12 de Enero del 2019. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/UsodeFibraenRumiantes.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/UsodeFibraenRumiantes.pdf)



- Cano S. Iván. Capetillo R. Maholí. - Cárdenas C. Mariana. - Carrillo G. Raúl. - Cartes L. Daniel. (2001). Rol de la fibra dietaria en animales no rumiantes. Consultado el 12 de Enero del 2019. Disponible en: <https://www.ucursos.cl/veterinaria/2009/1/PG062/1/material.../552033>
- Cariola, A. 2012. Nutrición y Alimentación de Bovinos.(en línea) Consultado el: 14 de Septiembre de 2017, Disponible: [http://cursosagropecuarios.org.ar/Alumnos/Material-de\\_Estudio/Cursos-Intensivos/NUTRICIon-1-Oc.pdf](http://cursosagropecuarios.org.ar/Alumnos/Material-de_Estudio/Cursos-Intensivos/NUTRICIon-1-Oc.pdf)
- Chacón, E. 2011. Caña de azúcar en la alimentación de vacunos en Venezuela. *Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*, 304-316.
- Church, D. C. 1989. Digestive Physiology and nutrition of Ruminants. Vol 2, (Second Ed), Corvallis U.S.A. p. 412
- CINA. 2017. *Laboratorio de Bromatología de Forrajes*. CINA.Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación en Nutrición Animal.
- Corpoica. 2000. *Capacitación a pequeños ganaderos (Alimentación bovina)*. Recuperado el 4 de junio de 2019, de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061024162632\\_Manejo%20y%20siembra%20de%20pastos%20y%20forrajes.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024162632_Manejo%20y%20siembra%20de%20pastos%20y%20forrajes.pdf)
- Cuesta, A., Conde, A., Moreno, M. 2000. Tratamiento y calidad nutritiva de subproductos fibrosos de palma de aceite . *Palmas. Vol. 21 No. Especial, Tomo 1.*, 264-274.
- Contexto ganadero. 2018. ¿De qué se trata la proteína verdadera y en qué se diferencia de la cruda? Consultado el 16 de junio de 2019, recuperado de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/de-que-se-trata-la-proteina-verdadera-y-en-que-se-diferencia-de-la-cruda>
- De Gracia, M. 2015. Guía para el Análisis Bromatológico de Muestras de forrajes. Panamá: Univesidad de Panamá.
- Dirk Van, L. 1984. La Vaca Domestica Cría y Explotación. Trad. E, Sánchez López. Primera Edición. S.I. US. Editorial Continental. 274 p.
- ECURED. 2019. Cantón Santa Ana (Ecuador). (En línea)Consultado el: 11 de Enero del 2019. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Santa\\_Ana\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Santa_Ana_(Ecuador))

- Espinoza, F., Argenti, P., Urdaneta, G., Araque, C., Fuentes, J., Bello, C. 2004. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes ,estozps. *Zootecnia Tropical*. 22, 303-315.
- Fao s.f. La caña picada es un excelente alimento para los caballos, mulas, bueyes, novillos, vacas, búfalos y conejos. (En línea) consultado 07 de Octubre Disponible en: [www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/.../Cazuc.html](http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/.../Cazuc.html)
- Fuentes, J., Magaña, C., Suarez, L., Peña, R., Rodríguez, S., Ortiz, B. 2001. Análisis químico y digestibilidad in vitro de rastrojo de maíz. *Mesoamericana*. 12, 189-192.
- García, L., Boradallo, E., Dopico, D., Cordero, D. 2013. Obtención de celulosa microcristalina a partir del bagazo de la caña de azúcar. *ICIDCA*. Sobre los derivados de la caña de azúcar, 47(1), 57 – 63
- Godínez, G. 2007. Manual de Practicas de Bromatología. (En línea) consultado: 12 de 08 de 2017. Disponible en: <http://www.uaa.mx/centros/cca/MVZ/M/6/Manualdepracticass29-1528.pdf>
- Gómez, R. 2008. Enciclopedia Bovina. México DF: Diseño Editorial, Edición Electrónica (pdf) y adaptaciones especiales MVZ Enrique Basurto Argueta, MVZ, pMPA Gerardo Nicolás Valdiviezo Navarro.
- González, C., Pedraza, R., Martínez, S., León, M. 2012. Amonificación con urea en la fermentación ruminal in vitro del bagazo de caña de azúcar. *Rev. prod. anim.* 24 (1)., 1-6.
- Jaramillo, D. 2018. Niveles de urea en ensilaje de pasto pennisetum Cuba OM 22: Composición Bromatológica, PH, Temperatura, cinética de degradacion Ruminal y Digestibilidad in Vitro (Tssis). Recuperado el 30 de junio de 2019, de [http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2153/1/APROBADO %20DIEGO %20ALEJANDRO %20JARAMILLO %20OSPINA.pdf](http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2153/1/APROBADO%20DIEGO%20ALEJANDRO%20JARAMILLO%20OSPINA.pdf)
- Jiménez, R., Felipe San Martín, A., Huamán, H., Ara, M., Arbaiza, T., & Huamán, A. 2010. Efectos del tamaño de partícula y tipo de amonificación-conservación sobre la digestibilidad y consumo del rastrojo de maíz en ovinos. *Rev. investig. vet. Perú* v.21 n.1 , 1609-9117.
- Jovel, A., Elenilson, C., Zavala Vásquez, J. A., Cruz, C., y, Antonio, W. 2012. Alimentación de vacas encastadas en etapa de producción láctea,

- con bagacillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*. L) amonificado en el municipio de San Ildefonso, San Vicente 2011 (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Laboratorio de alimentos li. Facultad de Química, UNAM. 2007-2008. *Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos*. México: UNAM.
- Lagunes, F. 2015. *Manual de Laboratorio de Nutrición Animal*. (en línea) Consultado: el 17 de 07 de 2017. Disponible en: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/6/MANUAL%20DE%20LABORATORIO%20DE%20NUTRICION.pdf>
- Laiño, A. S., Navarrete, E. T., Véliz, K. E., Burgos, J. V., Torres, J. S., Vélez, N. S. 2016. Valoración nutritiva del rastrojo de *Zea mays* y *Oryza sativa* para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 4(3), 235-249.
- Talavera. J., León, F. 2012. Composición química de la biomasa verde del pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jack), CV Colonial, con diferentes niveles de inclusión de urea. Finca Santa Rosa, sabana Grande, Managua. Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Loaiza JK; 2008. Usos de los subproductos de la agroindustria de la caña en la elaboración de dos suplementos nutricionales para rumiantes en el Valle del Cauca. Ingeniería de alimentos. (en línea). Consultado el 07 de Octubre. Disponible en: [http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion13/suplementos\\_rumiantes.pdf](http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion13/suplementos_rumiantes.pdf)
- López, A., Bolio, G., Valeva, L., Solórzano, M., Acosta, G., Hernández, M.. 2016. Obtención de celulosa a partir de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), agroproductividad. *Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 7*, 41-45.
- López, R. 2008. Productos Forestales no maderables: Importancia e impacto de su aprovechamiento. *Revista Colombia Forestal Vol. 11.*, 215-231.
- Mancilla, L. 2011. La Amonificación. Documento (en línea) Consultado: 2 de octubre del 2017. Disponible en: [www.produccióynegocio.com/edición22/laamonificacion.htm](http://www.produccióynegocio.com/edición22/laamonificacion.htm).
- Martínez, E.V., Slanac, A.L., Kucseva, C.D. 2016. Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria*

- altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos. *Revista veterinaria*, 27(2), 93-97
- Marden, J., Julien, C., Monteils, V., Auclair, E., Moncoulon, R., Bayourthe, C. 2008. How Does Live Yeast Differ from Sodium Bicarbonate to Stabilize Ruminal pH in High-Yielding Dairy Cows? *Journal of Dairy Science* Vol. 91 No. , 3528–3535.
- Martínez, E., Slanac, A., Kucseva, C. 2016. Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos. *Revista Veterinaria*. 27 (2, 93-97.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003. informe sobre la situación de los recursos zoogenéticos en el Ecuador. Quito, República del Ecuador : MAG.
- Moallem, U., Lehrer, H., Livshitz, L., Zachut, M., Yakoby, S. 2008. The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science* Vol. 92 No. 1, , 343–351.
- Mayer F., A. 2008. Urea, suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. (En línea), 5 p. Consultado 7 de octubre del 2017. Disponible en:[www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/44urea\\_caracteristicas.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/44urea_caracteristicas.pdf)
- Nouel, G., Hevia, P., Sánchez, R., Rojas, J., Velásquez, M. 2013. Producción de corderos alimentados con raciones de bagazo de caña amonificado, subproductos de maíz y cama de pollos, confinados hasta el sacrificio. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXIII, Nº 6*, 520-530.
- Nouel-Borges, G., Hevia-Opazo, P., Sánchez-Blanco, R., Rojas-Castellanos, J., Velásquez, M. 2013. Producción de corderos alimentados con raciones de bagazo de caña amonificado, subproductos de maíz y cama de pollos, confinados hasta el sacrificio. *Revista Científica, vol. XXIII, núm. 6*, 520-530.
- Orskov y McDonald .1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci Camb* 92: 499-503.

- Omaña, M., Saavedra, C. 2013. Evaluación de la amonificación de residuos de cosecha de *zea mays* como alternativa para la alimentación de rumiantes. Bogotá: es tesis. Univrsidad de la Salle. .
- Palma, J. 2015. Subproductos de la caña de azucar. Recuperado el 17 de junio de 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/subproductos-cana-azucar-t32177.htm>
- PDOT. 2014. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Junin: Gad de Junín.
- Ponce, E. 2015. Amonificación de panca de maíz (*Zea mays*) y su efecto sobre el valor nutritivo y el consumo en bovinos adultos. Tesis. Título De Master en Ciencias de la Producción con Rumiantes. San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba p 1 - 66
- Prado, M., Alzando, J., Becerra, B., Palacios, H., VArgas, J., Renteria, M. 2012. Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques* 18(3), 37-51.
- Razz, R., Clavero, T., Vergara, J. 2004. Cinética de degradación *In situ* de la *Laucaena Leucocephala* y *Panicum Maximun*. FCV-LUZ / Vol. XIV, Nº 5: 424 - 430.
- Rodríguez, N., Araujo – Febres, O., Gonzales, B., Vergara, J. 2001. Efecto de la amonificación con urea sobre los componentes estructurales de la pared celular de heno de *Brachiaria Humidicola* (Rendle) Schweick a diferentes edades de corte. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia
- Rodríguez Romero, N., Araujo Febres, O., González, B. 2004. Efecto de la adición de urea sobre la composición química digestibilidad in vitro de la materia seca de heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickcosechado a diferentes edades. *ALPA*. 12(2), 52-58.
- Reyes, A., Blanco, J., Salabarría, R., Silva, M., Quintana, C. 2008. Los microorganismos del rumen y su papel en la fisiología digestiva del rumiante. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Facultad de Agronomía. Cuba pag25.

- Reyes, M. 2018. Efecto de diferentes niveles de urea en la amonificación de cascara de maní (*Arachis Hypogaea*) para uso en la alimentación de rumiantes. Loja, República del Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Relling, A., y, Mattioli, G. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.*
- Salazar, G. (s.f.). Análisis bromatológico. Manual para manipuladores de alimentos .
- Schroeder J. 1994. Interpretación del análisis de forraje. Consultado el 12 de Enero del 2019. Disponible en, de <http://www.ao.ndsu.edu/pubs/plantsci/hav/r1080w.htm>
- Saadullah, M., Haque, M., & Dolberg, F. (1980). Tratamiento de paja de arroz con orina animal. *Trop Anim Prod* 5 (3).
- Solís Villacrés, R. 2017. Efecto de la adición de Bacillus SPP en ensilaje de maiz (*Zsa mays*) sobre la cinética de degradación ruminal in situ y fermentación ruminal in vitro. Recuperado el 3 de junio de 2019, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26306/1/TESIS%20RICARDO%20SOLIS%20VILLACRES.pdf>
- Sosa, A., Castillo, E., Jarillo, J., T Mannelje, L., Aluja, A., Monsalve, R. 2001. Ruminal degradation and crude protein content of native pastures with or without *Arachis pintoi*, in the humid tropics of México. Recuperado el 20 de junio de 2019, de <http://www.lrrd.org/lrrd13/4/sosa134.htm>
- Souza, O. y, Santos, I. 2006. Aprovechamiento de los Residuos Agropecuarios Tratados con Urea en la Alimentación Animal. Córdoba, Argentina. Sitio argentino de Producción Animal. (En línea) consultado el 02 de octubre del 2017. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Tejena, I., Berruecos, J., Merino, H. 1976. Análisis bromatológico de alimentos eempleados como incremento en nutrición animal. *Técnica Pecuaria*, 31-33.
- Tesfaye A, Chairatanayuth P, Vijchulata P. 2006. Effects of urea levels and treatment durations on chemical composition an in vitro dry matter digestibility of maize stover. *Kasetsart J Nat Sci* 40: 971-976.

- Triana, O., León, T., Céspedes, M. y, Cámara, A. 2014. Caracterización de los residuos de la cosecha de la caña de azúcar almacenados a granel. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 48(1), 76 – 77
- UNAM. 2007-2008. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos, Laboratorio de alimentos II. *Facultad de Química*. México: UNAM.
- Universidad de Costa Rica. 2018. Laboratorio de Bromatología de Forrajes. Recuperado el 16 de junio de 2019, de <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/laboratorio-de-bromatologia>
- Valiño, E., Verena, A., Carrasco, T., Albelo, N. 2004. Mejoramiento de la composición del bagazo de caña de azúcar por la cepa *Trichoderma viride* M5-2 en un biorreactor de fermentación en estado sólido. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 38, No. 2 , 144-153.

# **ANEXOS**



**ANEXO 1. Análisis de Varianza de la variable Proteína Cruda en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de variación.	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	3051.114344	1525.557172	911.23	<.0001
Tiempo	1	12.650450	12.650450	7.56	0.0176
Urea*Tiempo	2	150.471233	75.235617	44.94	<.0001

**ANEXO 2. Análisis de Varianza de la variable Fibra Detergente Neutra en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de variación.	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	3463.036878	1731.518439	990.80	<.0001
Tiempo	1	3.328200	3.328200	1.90	0.1928
Urea*Tiempo	2	6.063100	3.031550	1.73	0.2179

**ANEXO 3. Análisis de Varianza de la variable Fibra detergente Ácida en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de variación.	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	679.3861444	339.6930722	8.39	0.0052
Tiempo	1	48.6755556	48.6755556	1.20	0.2943
Urea*Tiempo	2	128.3318778	64.1659389	1.59	0.2449

**ANEXO 4. Análisis de Varianza de la variable Lignina Detergente Ácida en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de variación.	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	28.74956800	14.37478400	7.93	0.0064
Tiempo	1	0.72280272	0.72280272	0.40	0.5395
Urea*Tiempo	2	5.83620844	2.91810422	1.61	0.2401

**ANEXO 5. Análisis de Varianza de la variable Ceniza en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de variación.	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	23.96221111	11.98110556	59.31	<.0001
Tiempo	1	0.20908889	0.20908889	1.03	0.3291
Urea*Tiempo	2	4.35107778	2.17553889	10.77	0.0021

**ANEXO 6. Análisis de Varianza de la variable Fracción Soluble en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de Variación	G-L.	Tipo I SS	Cuadro Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	4718.698978	2359.349489	383.98	<.0001
Tiempo	1	11.504006	11.504006	1.87	0.1963
Urea*Tiempo	2	49.740578	24.870289	4.05	0.0453

**ANEXO 7. Análisis de Varianza de la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de Variación	G-L.	Tipo I SS	Cuadro Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	537.8172111	268.9086056	8.75	0.0045
Tiempo	1	23.4156056	23.4156056	0.76	0.3999
Urea*Tiempo	2	224.5344778	112.2672389	3.65	0.0577

**Anexo 8. Análisis de Varianza Tasa de degradabilidad de la variable en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de Variación	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	0.00006100	0.00003050	0.26	0.7757
Tiempo	1	0.00136939	0.00136939	11.65	0.0051
Urea*Tiempo	2	0.00009144	0.00004572	0.39	0.6860

**Anexo 9. Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 2% de la variable en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de Variación	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	2430.606211	1215.303106	1298.25	<.0001
Tiempo	1	4.410450	4.410450	4.71	0.0507
Urea*Tiempo	2	78.419033	39.209517	41.89	<.0001

**Anexo 10. Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 5% de la variable en el bagazo de caña amonificado.**

Fuente de Variación	G.L.	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Urea	2	3041.255211	1520.627606	1567.03	<.0001
Tiempo	1	7.579022	7.579022	7.81	0.0162
Urea*Tiempo	2	61.239744	30.619872	31.55	<.0001

**Anexo 11. Análisis de Varianza Degradabilidad Efectiva 8% de la variable en el bagazo de caña amonificado.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Tipo I SS</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Urea</b>	2	3395.743811	1697.871906	1092.02	<.0001
<b>Tiempo</b>	1	4.580356	4.580356	2.95	0.1118
<b>Urea*Tiempo</b>	2	56.062211	28.031106	18.03	0.0002

### Anexo 12. Obtención del material y molienda de la caña de azúcar



### Anexo 13. Preparación de los tratamientos



### ANEXO 14. Pesaje de los tratamientos previos a la deshidratación.



**ANEXO 15. Deshidratación de los tratamientos por tres días a una temperatura que oscila entre 40 a 60 grados.**



**ANEXO 16. Molienda de las muestras.**



**Anexo 17. Pesaje y obtención de las muestras deshidratados y molidos.**



**Anexo 18. Determinación de Proteína, Pesaje de los tratamientos respectivos (0,25g) y catalizador (1g) y aplicación de 3ml de Ácido Sulfúrico.**



**Anexo 19. Proceso de digestión con ácido sulfúrico (3 ml).**



**Anexo 20. Aplicación del indicador rojo de metilo.**



**Anexo 21. Proceso de destilación y recuperación de nitrógeno, producto de la digestión de las muestras.**



**Anexo 22. Recuperación de nitrógeno mediante la aplicación de Ácido Clorhídrico.**





### Anexo 23. Determinación de Materia Seca , pesaje de las muestras



### Anexo 24. Deshidratación post 24 horas de las muestras y llevadas al desecador antes de obtener su peso real.



### Anexo 25. Determinación de FDN Y FDA, Bolsas filtro ANKOM f57 y pesaje de los respectivos tratamientos y equipo a usar.



## Anexo 26. Aplicación del reactivo Alpha-Amylase, para hacer el respectivo lavado para FDN Y FDA



## Anexo 27. Muestras post lavados



**Anexo 28. Las muestras son mezcladas con Acetona por 5 minutos, una vez transcurrido el tiempo se las seca y se las lleva a la estufa por 24 horas para así poder ser pesadas obtener el peso de FDN Y FDA**



**Anexo 29. Determinación de Lignina Detergente Ácida , Se hace una lavado por 10 minutos con intervalos de 30 minutos por tres veces con Ácido Sulfúrico ácido 250 ml, una vez realizado este proceso se las lleva a estufa por 24 horas para así poder obtener su peso real de LDA.**



**Anexo 30. Determinación de Ceniza, Equipo que se utiliza para la deshidratación y obtención de ceniza y la balanza de precisión digital que se utiliza para pesar los 3 g de muestras.**



**Anexo 31. Determinación de la degradabilidad *in situ*, preparación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones amarradas a sus respectivas cadenas.**



**Anexo 32. Retiro de muestra a la hora 3, 6, 12, 24,48 y 78 correspondientes.**



**Anexo 33. Lavado de las muestras extraídas del medio ruminal a su respectiva hora.**



## Anexo 34. Resultados del laboratorio.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**


**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar
<b>CODIGO:</b>	T0-D30
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	4 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	80,91 %
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	46,65 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	8,52 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	34,24 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	38,12 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	6 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	49,20 %

Lodana, 12 de abril/2019

  
Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

**Director Lab. Bromatología**

## Anexo 35. Resultados.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**

**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



**RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES**

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar Amonificado
<b>CODIGO:</b>	U3-D30
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	24 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	56,32%
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	33,58 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	5,74 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	22,75 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	27,84 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	6 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	71,28 %

Lodana, 12 de abril/2019

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

Director Lab. Bromatología





## Anexo 36. Resultados del laboratorio.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**

**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar Amonificado
<b>CODIGO:</b>	U5-D30
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	38 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	49,24 %
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	28,52 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	4,98 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	20.73 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	23.53 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	7,2 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	68,61 %

Lodana, 12 de abril/2019

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

Director Lab. Bromatología



## Anexo 37. Resultados del laboratorio.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**

**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar
<b>CODIGO:</b>	T0-D44
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	3 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	81,16 %
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	48,60 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	8,75 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	32,56 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	39,85 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	5,1 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	49,08 %

Lodana, 12 de abril/2019

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

**Director Lab. Bromatología**



## Anexo 38. Resultados del laboratorio.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**

**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar Amonificado
<b>CODIGO:</b>	U3-D44
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	30 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	53,86 %
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	32,74 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	5,39 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	21.12 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	27.35 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	5,6 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	65,64 %

Lodana, 12 de abril/2019

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

Director Lab. Bromatología



## Anexo 39. Resultados del laboratorio.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA**

**ÁREA DE BROMATOLOGÍA**



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJES

<b>MUESTRA:</b>	Bagazo de Caña de Azúcar Amonificado
<b>CODIGO:</b>	U5-D44
<b>CLIENTE:</b>	Ricardo Vélez Saeteros y Ángel Bravo Vargas
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	01-abril-2019
<b>FECHA DE PROCESAMIENTO:</b>	22-abril-2019
<b>HUMEDAD DEL ALIMENTO TAL COMO:</b>	
<b>PROTEINA (MS):</b>	29 %
<b>FIBRA DETERGENTE NEUTRA (MS):</b>	48,91 %
<b>FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	28,39 %
<b>LIGNINA DETERGENTE ÁCIDA (MS):</b>	4,53 %
<b>HEMICELULOSA (MS):</b>	20.53 %
<b>CELULOSA (MS):</b>	23.86 %
<b>CENIZAS (MS):</b>	8,8 %
<b>DEGRADABILIDAD (MS) 72 HORAS</b>	74,69 %

Lodana, 12 de abril/2019

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

**Director Lab. Bromatología**

