

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**“EFECTOS DE LA INCLUSION DE ENSILAJE DE MAÍZ EN  
REEMPLAZO DE HENO DE ALFALFA EN DIETAS DE ENGORDA PARA  
OVINOS DE PELO EN CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN”**

**TESIS**  
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS**

**PRESENTA**  
**M.V.Z. José de Jesús Ortiz Guluarte**

**Director de Tesis**  
**Dr. Ola Maritza Manríquez Núñez**

**Co-Director de Tesis**  
**Dr. Martin Francisco Montaña Gómez**

**MEXICALI, B.C., MEXICO**

**AGOSTO DE 2015**

**Efectos de la inclusión de ensilaje de maíz en reemplazo de heno de alfalfa en dietas de engorda para ovinos de pelo en crecimiento-finalización. Tesis presentada por José de Jesús Ortiz Guluarte, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:**

---

**Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez  
Directora de Tesis**

---

**Dr. Martin Francisco Montaña Gómez  
Co-Director de Tesis**

---

**Dr. Víctor Manuel González Vizcarra  
Asesor**

---

**Dr. Juan Octavio Chirino Romero  
Asesor**

---

**MC. José Meléndrez Lozano  
Asesor**

**MEXICALI, B. C., MÉXICO**

**AGOSTO DE 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi directora de tesis Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez por su valiosa ayuda y orientación brindada durante el proyecto y durante todo el viaje que ha sido el estudio de maestría. Agradezco por depositar su confianza en mí y por su gran apoyo durante toda la etapa experimental y en mi proyección personal como profesional haciendo de esta etapa una experiencia agradable de aprendizaje.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California, que por medio del Instituto de Investigación en Ciencias Veterinarias en conjunto con la coordinación de dicho instituto me dieron la valiosa oportunidad de prepararme y obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias.

A mi Co-Director de Tesis Dr. Martin Francisco Montaña Gómez, por su valioso consejo y orientación cuando más lo necesite, por sus palabras de motivación y todo su tiempo dedicado.

A mi Comité de Tesis, por su invaluable apoyo y asesoría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo fundamental para la correcta finalización de mi formación.

## **DEDICATORIA**

A mi madre y hermanas por todo su apoyo incondicional y comprensión durante esta gran y difícil decisión que fue perseguir un ideal y una meta, aun cuando era difícil de entender. A mi padre que siempre presente está y su recuerdo siempre me hace buscar la excelencia. A Aline Campoy Martínez que sin su apoyo y su constante motivación este proceso hubiera sido infinitamente más difícil.

**RESUMEN:** Se utilizaron 20 corderos cruzados Dorper x Katadin ( $20.50 \pm 2.2$  PV) en 20 corraletas individuales en un diseño completamente al azar para evaluar el efecto de niveles de inclusión de ensilaje de maíz en reemplazo de heno de alfalfa en dietas de crecimiento-finalización. Los 4 tratamientos consistieron en la inclusión de 0 (Control), 10 (TMT2), 20 (TMT3) y 30% (TMT4) de ensilaje de maíz en reemplazo de heno de alfalfa en una dieta basal, la cual contó con maíz rolado (41.5%, 40.3%, 39.3% y 38.29%), heno de alfalfa (49.9%, 45.0%, 40.1% y 35.0%), pasta de cacahuete (4.1%, 4.5%, 4.9% y 5.7%), cebo (4.3%, 4.8%, 5.3%, 5.7%) y carbonato de calcio (0%, 0.1%, 0.2% y 0.4%). Se observaron efectos significativos en parámetros productivos de GP, GDP, CMS y CA ( $P < .05$ ) entre tratamientos con altos niveles de ensilaje y tratamientos con niveles bajos de ensilaje donde la inclusión del 10% no mostró diferencia significativa en relación al grupo control. Los TMT3 y TMT4 provocaron cambios significativos sobre el grosor de la grasa dorsal y peso frío de la canal ( $P < .05$ ) en relación al grupo Control y TMT2, sin embargo, no se observó diferencia en los efectos de los tratamientos sobre peso caliente y rendimiento de la canal ( $P > .05$ ). Acorde con los resultados observados, concluimos que el nivel adecuado de sustitución de ensilaje de maíz en reemplazo de heno alfalfa en dietas de engorda es del 10%, ya que no afecta adversamente el comportamiento productivo ni las características de la canal de corderos en crecimiento-finalización, al compararlo con una dieta en base a heno de alfalfa.

**ABSTRACT:** Twenty Dorper x Katadin lambs ( $20.50 \pm 2.2$  LW) were used in a complete random design to evaluate the effect of inclusion levels of maize silage as alfalfa hay substitution in growing-finishing diets. There were 4 treatments consisted on the inclusion of 0% (Control), 10 (TMT2), 20 (TMT3) y 30% (TMT4) of maize silage on basal diets composed of steam flaked corn (41.5%, 40.3%, 39.3% , 38.29%), alfalfa hay (49.9%, 45.0%, 40.1%, 35.0%), groundnut meal (4.1%, 4.5%, 4.9%, 5.7%), fat (4.3%, 4.8%, 5.3%, 5.7%) and limestone (0%, 01%, 0.2% y 0.4%). Treatment effect ( $P < .05$ ) was observed on WG, ADG, DMI and FCR between treatments with high and low silage inclusion percentage. TMT2 showed no difference with Control in any parameter. There was treatment effect between high silage treatments and low silage treatments on subcutaneous fat thickness and cold carcass weight ( $P < .05$ ). We conclude that que inclusion rate under 10% of maize silage in substitution of alfalfa hay on feedlot diets do not affect the productive performance nor the carcass characteristics of growing-finishing lambs.

# CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CONTENIDO .....	v
LISTA DE CUADROS .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVO .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Ensilaje de maíz .....	4
Efectos en consumo y digestibilidad.....	10
Efecto en la ganancia de peso .....	14
Efecto en las características de la canal.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización del estudio.....	22
Unidad experimental.....	22
Asignación de tratamientos .....	24
Alimentación .....	24
Duración del experimento.....	25
Mediciones de comportamiento.....	25
Mediciones de la canal .....	25
Análisis estadístico .....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
Efectos sobre comportamiento.....	27
Ganancia de peso .....	27
Consumo de materia seca.....	30
Conversión Alimenticia.....	33

Efectos sobre la canal .....	35
Peso frio de la canal.....	35
Grosor de grasa dorsal.....	36
CONCLUSIÓN.....	38
LITERATURA CITADA .....	39

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Pág.
1	Composición química, pH y contenido de ácido láctico de maíz ensilado con diferentes aditivos.	6
2	Digestibilidad y consumo de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) en corderos.	10
3	Contenido ruminal de AGV y N-amonio de ovejas alimentadas con diferentes aditivos de ensilaje.	11
4	Conteo de protozoarios ruminal ( $\times 10^3$ ml <sup>-1</sup> ) de ovejas alimentadas con maíz ensilado tratado con diferentes aditivos.	12
5	Digestibilidad, valor nutritivo y consumo de raciones compuestas por ensilaje de pastura (GS) y ensilaje de maíz (CS).	13
6	Efectos en la canal de dietas con diferentes niveles de ensilado de maíz.	17
7	Ingredientes y composición de las dietas experimentales.	23
8	Efecto de la inclusión de ensilaje de maíz sobre comportamiento productivo.	32
9	Efectos de la inclusión de ensilaje de maíz en las características de la canal.	35

## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos en los sistemas de producción animal es el costo y riesgo de la conservación de forraje. En zonas tropicales el almacenamiento de forraje en forma de heno o paja se vuelve difícil y costoso además de depender totalmente de la disponibilidad de agua.

Las técnicas de ensilaje permiten el poder almacenar forrajes de forma más económica y segura durante las temporadas climáticas difíciles. El maíz es probablemente una de las mejores plantas para almacenar como ensilaje debido a su alto contenido de carbohidratos fermentables solubles en agua, una baja capacidad tampón y un alto contenido de materia seca (Ferret et al., 1997), además de tener el potencial de lograr un aumento en el rendimiento de forraje sin comprometer la digestibilidad o el valor alimenticio. Aun así su predicción de consumo y sus efectos en comportamiento productivo y características de la canal en estudios previos son muy variables y no se observa un comportamiento uniforme.

Resultados de estudios previos han demostrado que la adición de ensilaje de maíz en dietas basadas en ensilaje de pastura, incrementa el desempeño en ganado de carne en finalización (Keady et al., 2007 y 2012) y en vacas lecheras (Keady et al., 2003 y 2008b). Más recientemente se concluyó que el ensilaje de maíz puede reemplazar el ensilaje de pastura de buena calidad en la dieta de ovejas gestantes (Keady y Hanrahan, 2008 y 2009). De cualquier forma, existe una falta de datos en el efecto del ensilaje de maíz en corderos de finalización (Keady y Hanrahan, 2013).

## **HIPÓTESIS**

La inclusión de ensilaje de maíz sustituyendo heno de alfalfa, no afecta adversamente los parámetros productivos ni las características de la canal en corderos de pelo en crecimiento-finalización.

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la inclusión de ensilaje de maíz en reemplazo de heno de alfalfa en dietas de engorda para ovinos de pelo en crecimiento-finalización.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Ensilaje de maíz

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar forrajes en tiempos de cosecha conservando la calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga de animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. El maíz es probablemente una de las mejores plantas para almacenar como ensilaje debido a su alto contenido de carbohidratos fermentables solubles en agua, una baja capacidad tampón y un alto contenido de materia seca (Ferret et al., 1997), además de tener el potencial de lograr un aumento en el rendimiento de forraje sin comprometer la digestibilidad o el valor alimenticio. Además, posee un rango de eficacia proteínica elevado, una relativamente alta energía y nutrientes digestibles, lo cual lo sitúa en un importante papel como fuente alimenticia para los animales (Begum et al., 2000).

El ensilado, básicamente forraje verde fermentado anaeróbicamente, es apreciado a nivel mundial como una fuente de alimento durante los meses magros (Venkataramanan et al., 2010). La cosecha del maíz lo hace el tercer cereal más importante del mundo, es utilizado como alimento y forraje. El forraje de maíz puede ser ofrecido en cualquier estadio de desarrollo sin ningún riesgo

de desarrollar los contenidos de ácido oxálico o ácido prúsico como en el caso del sorgo y otros forrajes. He de ahí que el forraje verde de maíz es referido como el “rey de las cosechas” adecuadas para la producción de ensilaje (Venkateswarlu et al., 2013).

Aunque los forrajes basados en cereal son ricos en contenido energético, generalmente carecen de proteína cruda en comparación con los ensilados de leguminosas que generalmente reemplazan. Por lo anterior, es recomendada una suplementación extra de proteína para la producción de leche o carne o utilizar ensilados de pasturas altas en proteína para suplementar el ensilado de maíz carente en esta. Actualmente el sistema que se utiliza es el de cosechar separadamente y mezclar solo al momento de preparar la dieta, habiendo la posibilidad de aumentar la cantidad de proteína cruda en un sistema que permita el cultivo y la cosecha de estos en forma mixta (Anil et al., 2000).

El forraje de maíz se ha popularizado en los últimos 10 años y ofrece algunas oportunidades para reducir los costos de forraje en las granjas mixtas de carne y lana, con el potencial de rendimiento de materia seca de alta calidad en una sola cosecha (Keady et al., 2008b). De cualquier forma hay información limitada sobre las estrategias de suplementación para corderos alimentados con ensilaje de maíz (Annett y Carson, 2010).

El objetivo del ensilado es preservar la mayor cantidad de nutrientes del forraje o pastura original para lo cual en su producción se utilizan diferentes aditivos para lograr la producción de ácido láctico. Estos aditivos pueden variar

las propiedades que el ensilado de maíz puede poseer (Dönmez et al., 2003). La melaza parece ser uno de los mejores aditivos para el proceso de fermentación de ensilaje (cuadro 1), dando como resultado una buena producción de ácido láctico, proteína cruda y disminuyendo el contenido de fibra detergente acida.

Cuadro 1. Composición química, pH y contenido de ácido láctico de maíz ensilado con diferentes aditivos.

	Control	Enzima	Acido	Melaza	E.E.M
Mt. Seca	26.90 <sup>b</sup>	25.31 <sup>b</sup>	26.82 <sup>b</sup>	29.53 <sup>a</sup>	1.26
F.D.N.	61.89 <sup>a</sup>	55.31 <sup>ab</sup>	60.91 <sup>a</sup>	52.49 <sup>b</sup>	5.06
F.D.A.	36.21 <sup>a</sup>	32.24 <sup>ab</sup>	35.22 <sup>a</sup>	29.21 <sup>b</sup>	3.23
Proteína cruda	6.84 <sup>b</sup>	7.17 <sup>b</sup>	6.63 <sup>b</sup>	9.26 <sup>a</sup>	1.18
pH	3.77	3.86	3.96	4.03	0.33
Á. láctico	1.73 <sup>b</sup>	3.60 <sup>a</sup>	2.60 <sup>b</sup>	4.39 <sup>a</sup>	0.51

Medias en el mismo renglón con letra diferente (ab) (P<.05)

Dönmez et al., 2003

La fermentación del ensilaje no es un proceso totalmente controlado y las condiciones no son siempre aptas para asegurar un proceso efectivo. La aplicación de diferentes aditivos durante el ensilaje puede ayudar a que el proceso se optimice estimulando o inhibiendo actividad de diferentes microorganismos. Se han probado diferentes niveles de aditivos como *Lactobacillus buchneri* y diferentes técnicas como mini silos o ensilaje embalado para tratar de mejorar la recuperación de materia seca y aun cuando se

encuentras pequeñas diferencias, acorde con Keles y Demirci (2011), no se ha demostrado una diferencia significativa atribuible a estos tratamientos.

En Bélgica la mayoría de las raciones basales de ganado lechero están elaboradas parcial o totalmente de ensilaje de maíz, particularmente aquellas destinadas para animales altamente productivos. Este puede ser considerado parte forraje y parte concentrado y puede presentar algunos problemas asociados a la estructura física en comparación al ensilaje de pasturas (Boever et al., 1992).

Sudweeks et al. (1980) mencionan radios de masticación de 99 a 120 min/kg de MS para los ensilajes de pastura, mientras que para ensilajes de maíz menciona 40.0, 59.6 y 66.1 min/kg solamente en cortes finos, medianos y gruesos respectivamente. En caso de los ovinos, estos poseen una masticación mucho más efectiva y podría marcar una diferencia significativa en estas observaciones.

Una de las principales preocupaciones en la utilización de ensilaje de maíz como ingrediente en la producción de borrego Merino en Sudáfrica es el alto contenido de humedad que puede restringir físicamente el consumo de materia seca. Los corderos alimentados 70% de ensilaje en la dieta tienen que incrementar constantemente el consumo, mientras que corderos que se alimentan con niveles más bajos de ensilaje no tienen en general que adaptar su consumo para saciar su demanda de nutrientes. Corderos en dietas con 50% y 70% de ensilaje muestran una restricción física debido a los bajos contenidos de materia sea y el alto contenido de fibra no detergente y no son capaces de alcanzar los mismos niveles de consumo de materia seca en un periodo de 60

días en comparación con animales que se alimentaron con 20% de ensilaje en su dieta, según un estudio realizado en Sudáfrica. Estos animales constantemente incrementaron su consumo de acuerdo a su crecimiento físico, aun así no fueron capaces de alcanzar los niveles de consumo como el grupo control que consumió solo 20% de ensilaje en sus dietas (Van de Vyver et al., 2013).

Es evidente que a mayor inclusión de ensilaje en la dieta, el consumo de materia seca se ve afectado, mayormente por la cantidad de humedad que presenta el ensilaje. En este estudio se observó que la inclusión de hasta el 50% no afecta negativamente el consumo ni la producción de carne, y que una inclusión del 20% al 50% incrementa la proporción de cobertura en la canal. La ganancia de peso diaria y la conversión de alimento puede mejorarse formulando dietas con mejores niveles nutrimentales para mantener mayores tasas de crecimiento. Más investigación es necesaria para optimizar la utilización de ensilaje de maíz en balance con una formulación adecuada de carbohidratos y proteína (Van de Vyver et al., 2013).

En países tropicales y subtropicales una de las principales fuentes de alimentación para el ganado son los forrajes verdes y los residuos de su cosecha. En lugares como Pakistán estas fuentes satisfacen más del 50% de las necesidades de los rumiantes. Sin embargo, su abastecimiento para el ganado depende de dos periodos pequeños de producción (noviembre-diciembre y junio-julio). La producción de ensilaje es una de las medidas más exitosas para conservar forraje, lo cual facilita el poder proveer al ganado de este en estaciones de escasos (Khan et al., 2011).

Se han realizado estudios comparativos para evaluar los efectos en ganancia de peso, conversión alimenticia y niveles de consumo de materia seca entre ensilajes de maíz, sorgo, mijo y diferentes pasturas. Siendo el principal objetivo encontrar el balance ideal entre consumo de materia seca y aporte nutricional adecuado.

Adewakun et al. (1989), reportaron que el consumo de materia seca y proteína cruda fue más elevada en becerros alimentados con ensilaje de maíz que aquellos alimentados con ensilaje de sorgo. Utley et al. (1995) reportaron de igual forma que el consumo de materia seca es mayor en terneras alimentadas con ensilaje de maíz en comparación con aquellas alimentadas con ensilaje de mijo. Resultados contradictorios en el nivel de consumo de materia seca se han encontrado en diferentes experimentos, esto, asociado generalmente al contenido humedad, influencia del ácido láctico, concentración total de nitrógeno, tamaño de partícula y combinación de forraje.

Khan et al. (2011) observaron que la digestibilidad del ensilaje de maíz es significativamente más alta en corderos que la del ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor*) y mijo (*Pennisetum americanum*). Corderos alimentados con ensilaje de maíz tuvieron una digestibilidad de materia seca más alta que aquellos alimentados con ensilaje de sorgo y mijo en 3.22% y 10.46% respectivamente. De igual forma aquellos alimentados con ensilaje de maíz y concentrado tuvieron una digestibilidad más alta que aquellos alimentados con combinación de concentrado y mijo y concentrado y sorgo (Cuadro 2). La digestibilidad de proteína cruda en este experimento se observó más elevada en la ración de ensilaje maíz que en la ración de ensilaje de mijo, sin embargo

no presento diferencias significativas con la ración de ensilaje de sorgo. Aquellos corderos alimentados con ensilaje de maíz presentaron una mayor ganancia de peso diario así como una conversión alimenticia más baja que aquellos alimentados con ensilaje de sorgo y mijo.

Cuadro 2. Digestibilidad y consumo de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) en corderos.

Parámetros	Raciones							D.E.
	EM	EMC	ES	ESC	EMiC	EMiC		
Consumo MS (g/d)	1150	1200	1120	1225	1050	1135	13.8	
Digestibilidad MS	0.60 <sup>c</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.58 <sup>d</sup>	0.62 <sup>b</sup>	0.54 <sup>e</sup>	0.58 <sup>e</sup>	0.04	
Consumo de PC	100.05	190.32	72.58	171.5	54.6	148.03	12.2	
Digestibilidad de PC	0.66 <sup>bc</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.64 <sup>c</sup>	0.68 <sup>ab</sup>	0.59 <sup>d</sup>	0.64 <sup>c</sup>	0.03	
Consumo de FDN	786.6	638.40	803.15	676.20	760.31	634.01	17.1	
Digestibilidad de FDN	0.54 <sup>bc</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.52 <sup>d</sup>	1.56 <sup>b</sup>	1.47 <sup>e</sup>	1.52 <sup>cd</sup>	0.02	

Medias en la misma fila con letra diferente fueron diferentes significativamente (P<.05)

Khan et., al. 2011

### Efectos en consumo y digestibilidad

Los diferentes aditivos que se pueden agregar al proceso de ensilaje de maíz pueden producir diferentes propiedades nutricionales en el mismo. En un estudio se evaluaron los diferentes aditivos más comúnmente utilizados para la producción del ensilado de maíz y sus efectos sobre la producción de ácidos

grasos volátiles y población de protozoarios ruminales en ovejas. La adición de melaza mejoro notablemente la población de protozoarios y ácidos grasos volátiles (cuadro 3 y 4). Se puede observar que la mayor diferencia se observó en la disminución de ácido acético y aumento de propionato, lo cual también produjo secundariamente un aumento en la población de protozoarios lo cual también puede llegar a alterar las características de la leche sobre todo en el porcentaje de grasa (Dönmez et al., 2003).

Cuadro 3. Contenido ruminal de AGV y N-amonio de ovejas alimentadas con diferentes aditivos de ensilaje

	Control	Enzima	Ácido	Melaza	E.E.M.
AGV (mmol/l)					
Total	117.95 <sup>ab</sup>	92.20 <sup>b</sup>	138.9 <sup>a</sup>	136.94 <sup>a</sup>	22.71
Ácido acético	74.27 <sup>bc</sup>	61.27 <sup>c</sup>	89.59 <sup>a</sup>	83.05 <sup>ab</sup>	8.41
Ácido propionico	20.82 <sup>a</sup>	15.39 <sup>a</sup>	23.19 <sup>a</sup>	26.19 <sup>a</sup>	5.77
Acido butírico	22.86 <sup>a</sup>	15.54 <sup>a</sup>	26.12 <sup>a</sup>	27.7 <sup>a</sup>	6.49
Proporción de AGV (porcentaje del total)					
Ácido acético	71.26 <sup>a</sup>	65.79 <sup>ab</sup>	66.59 <sup>ab</sup>	62.81 <sup>b</sup>	4.09
Ácido propionico	16.56	17.75	18.05	19.47	3.19
Acido butírico	12.18	16.46	15.36	17.72	5.73
N-amonio (mg/dl)	15.87 <sup>a</sup>	7.71 <sup>b</sup>	11.03 <sup>ab</sup>	13.15 <sup>a</sup>	2.92

Media en la misma fila con letra diferente (abc) difieren estadísticamente (P < .05)

Dönmez et al., 2003

Cuadro 4. Conteo de protozoarios ruminal ( $\times 10^3 \text{ ml}^{-1}$ ) de ovejas alimentadas con maíz ensilado tratado con diferentes aditivos

	Control	Enzima	Ácido	Melaza	E.E.M.
Protozoa total	220.0 <sup>bc</sup>	241.66 <sup>b</sup>	168.0 <sup>c</sup>	313.16 <sup>a</sup>	53.94
Endodinium minimum	62.75	61.75	53.75	62.0	18.03
Endodinium caudatum	1.50 <sup>b</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	1.75 <sup>b</sup>	0.89
Entodinium longinucleatum	4.75 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	2.00 <sup>b</sup>	2.75 <sup>b</sup>	0.89
Isotricha intestinalis	0.25 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.75 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>a</sup>	1.76
Isotricha prostama	-	0.75	-	0.75	0.89
Diplodinium ruminantium	0.75	1.50	1.00	2.25	1.20
Epidinium ecaudatum	1.75 <sup>b</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	8.25 <sup>a</sup>	1.75 <sup>b</sup>	3.67
Epidinium tricaudatum	1.50	2.00	1.00	0.75	2.55
Diplodinium caudatum	26.5 <sup>a</sup>	18.75 <sup>c</sup>	25.5 <sup>ab</sup>	22.0 <sup>bc</sup>	2.67
Osphyroxscolex caudatum	0.25	0.50	-	1.75	1.54

Medias en la misma fila con diferentes letras (abc) difieren estadísticamente ( $P < .05$ )

Dönmez et al., 2003

Una combinación de ensilaje de maíz con pastura de alta humedad y baja calidad (*Trifolium pratense*, *Medicago sativa*) fue evaluada en términos de valor nutritivo y consumo voluntario en carneros. Tres formas de mezcla fueron

ofrecidas en proporciones de 100:0 (100 pastura) 75:25 (75 pastura) 35:65 (35 pastura). Los resultados demostraron que en la mezcla de 35:65 donde el ensilado de maíz se encuentra elevado, el consumo total de nutrientes digeribles fue más alto (cuadro 5). El total de nutrientes digeribles de forrajes compuestos en su mayoría por ensilado de maíz es alta y el aporte de materia seca por unidad es de 1.5 a 2 veces más alta que el del ensilaje de pastura, lo cual podría reducir costos en la dieta y un aumento en el margen de ganancia en el ganado lechero. Cuando se ofrece un ensilaje de pastura de alta humedad y baja calidad es ofrecida a las ovejas, la alimentación combinada con ensilaje de maíz puede incrementar la asimilación de total de nutrientes digeribles, para lo cual es deseables mantener un rango de pastura en la mezcla de menos o igual a 35 % (Souma et al., 2010).

Cuadro 5. Digestibilidad, valor nutritivo y consumo de raciones compuestas por ensilaje de pastura (GS) y ensilaje de maíz (CS).

Característica	GS100%	GS75%	GS35%	E.E.M
Digestibilidad %	100:0	73:27	35:65	-
Materia seca	65.6 <sup>b</sup>	64.8 <sup>b</sup>	69.3 <sup>a</sup>	0.84
Proteína cruda	65.1 <sup>a</sup>	58.0 <sup>b</sup>	56.9 <sup>b</sup>	1.35
FDN	70.7 <sup>a</sup>	67.4 <sup>ab</sup>	63.9 <sup>b</sup>	1.05
FDA	69.6 <sup>a</sup>	67.1 <sup>ab</sup>	65.2 <sup>b</sup>	0.85
Valor nutricional				
TND (%MS)	63.1 <sup>b</sup>	63.6 <sup>b</sup>	69.5 <sup>a</sup>	1.07
Consumo				
MS (g kg <sup>-0.75</sup> día <sup>-1</sup> )	40.0	46.4	45.1	1.58
TND(g kg <sup>-0.75</sup> día <sup>-1</sup> )	25.2 <sup>b</sup>	29.5 <sup>ab</sup>	31.4 <sup>a</sup>	1.16

Medias en la misma fila con letra distinta (abc) con diferencia estadística (P<.05)

De igual forma se evaluó el efecto, digestibilidad y retención de N de la interacción de ensilaje de pastura de baja calidad en su mayoría pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) y ensilado de maíz en un consumo ad libitum en ovejas. El estudio consistió en la evaluación de 4 tratamientos incluyendo pastura, ensilado de maíz, una mezcla de 67:33 y 33:66 de ambos. La inclusión de ensilado de maíz en la dieta (33% vs 67%) tuvo efectos positivos en materia fresca, consumo, digestibilidad de materia seca, materia orgánica, materia orgánica digerible en la materia seca, digestibilidad de almidón, toma, excreción en heces y absorción de nitrógeno. Se concluyó que reacciones positivas fueron observadas en parámetros limitados debido a la baja calidad del ensilado de maíz (Vranic et al., 2009).

También el ensilado de maíz presenta algunos problemas. Por ejemplo en un estudio realizado sobre los niveles de tiamina en ovejas alimentadas con pastura o ensilado de maíz, demostró que aquellos animales alimentados con maíz mostraron una marcada deficiencia de tiamina, concluyendo que hacían falta estudios para determinar los factores que influyen (Candau y Massengo 1982).

#### Efecto en la ganancia de peso

El potencial de las dietas basadas en maíz ensilado, ensilado de sorgo no resistente a las aves (ESNRA), ensilado de sorgo resistente a las aves (ESRA) y ensilado de forraje de sorgo en diferentes proporciones con

concentrado para cada ensilado fue evaluado en corderos en destete. Los rangos de ensilado: concentrado fueron 70:30, 60:40, 50:50, 40:60 y 30:70 respectivamente para ensilado. La mezcla del concentrado se compuso de grano de maíz y torta de aceite de soya para balancear el contenido de proteína cruda de las diferentes dietas usadas en corderos de destete a 35 kg de peso vivo, de 35 a 140 kg de peso vivo (sacrificio) y de destete a sacrificio. La digestibilidad de materia seca del ensilado de maíz fue significativamente mejor ( $P < 0.05$ ) que la de ESNRA, ESRA y ensilado de forraje de sorgo, mientras que la digestibilidad de materia seca de ESNRA fue mayor ( $P < 0.05$ ) a la de ensilado de forraje de sorgo y ESRA. La digestibilidad de proteína cruda en el ensilado de maíz fue también significativamente mejor que las demás ( $P < 0.05$ ). Durante el periodo de destete a los 35 kg, la conversión de peso del ESNRA fue más eficiente que la de los otros ensilados. Durante el periodo de los 35 kg al sacrificio la conversión de peso fue más eficaz en el ensilado de maíz, ESNRA y ESRA fue más eficiente que en el ensilado de sorgo. Durante el desarrollo completo (destete a sacrificio) la conversión fue menos eficiente del ensilado de sorgo ( $P < 0.05$ ) que los demás ensilados. Durante todos los estadios de desarrollo, fue claro que la conversión de peso mejoro con el aumento de concentrado en la dieta. El consumo de materia seca en los diferentes periodos de desarrollo fue menor en los corderos que recibieron el ensilado de maíz que aquellos que recibieron ESNRA y ESRA (Cilliers et al., 2010).

Kossaibati y Bryant (1994) en un estudio evaluativo de diferentes aditivos para dietas basadas en ensilado de maíz, encontraron en su grupo control

alimentado solo con maíz ensilado, un consumo diario de 16 g de materia seca del ensilado y 25 g de materia seca total por kilogramos de peso. Estos animales en la dieta a base de maíz ensilado mostraron una ganancia de peso de 192 g/kg diario.

#### Efecto en las características de la canal

Existe una gran variación en la calidad de la canal de corderos debido a una gran variedad de razas puras y cruzas que se utilizan para la producción de carne. La raza predispone al desarrollo y déficit de características importantes en la calidad de la canal cuando se compara animales del mismo peso. De igual forma los planes nutricionales afectan el grado y calidad de la canal en los corderos de finalización con el mismo genotipo (Muhammad et al., 2007).

En estudios previos sobre digestibilidad y efecto de diferentes tipos de ensilaje, se observó que el grosor de la grasa dorsal de los animales alimentados con ensilado de forraje de sorgo tiende a ser menor ( $P < 0.05$ ) que los que se alimentan con maíz ensilado y ensilado de sorgo no resistente a las aves (ESNRA). Usando como fuente de forraje sorgo ensilado resistente a las aves (ESRA) y forraje de sorgo ensilado, la masa de las canales y la proporción de la cobertura tiende a aumentar en dietas con mayor contenido de concentrado (cuadro 6). La digestibilidad de materia seca, proteína cruda y fibra detergente acida en las dietas de ensilado de maíz y ESNRA fue mejor que utilizando ensilado de sorgo y ESRA. También se reflejó en una mayor

conversión de peso del destete al sacrificio y en la proporción de grasa de cobertura y grado de canal. Esto implica que los valores nutricionales del sorgo y del ESNRA son bajos pudiéndose complementar con altos contenidos de concentrado lo que implica un aumento en los costos de producción y un menor margen de ganancia. De esta forma el ensilado de maíz es una opción económica para lograr resultados deseables. Se debe tener siempre en mente el costo de la producción de ensilaje cuando se selecciona una dieta para corderos en finalización o destete (Cilliers et al., 2010).

Cuadro 6. Efectos en la canal de dietas con diferentes niveles de ensilado de maíz.

Ensilado	Peso al sacrificio		Peso de la canal		Cobertura (g/kg)		Grosor de grasa (mm)		Grado de la canal	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Maíz	45.1	.13	27.1	.13	481	2.9	4.7*	.19	6.5	.06
ESNRA	45.2	.12	21.4	.17	473	3.5	4.7*	.21	6.5	.05
ESRA	45.1	.12	21.2	.18	470	4.1	4.1*	.20	6.3	.08
EFS	44.8	.18	20.4	.22	455	4.8	3.9*	.25	6.2	.10
% Ensilado : concentrado										
70:30	44.8	.16	20.3	.26	453	5.4	4.1	.26	6.2	.09
60:40	45.3	.09	21.1	.21	466	4.4	4.3	.26	6.3	.10
50:50	45.1	.15	21.1	.19	468	4.1	4.5	.22	6.5	.08
40:60	45.0	.21	21.5	.16	478	3.8	4.5	.26	6.5	.07
30:70	45.2	.14	21.8	.16	482	3.5	4.4	.24	6.6	.07
Interacción			*		*				*	

\*sin diferencia estadísticamente significativa (P>0.05)

La suavidad de la grasa subcutánea de corderos machos alimentados con alto contenido de ensilado de maíz o dietas altas en maíz varia, pero, en general, la grasa de corderos alimentados con ensilado de maíz es más dura. Una baja constante de ácido esteárico e incremento de ácidos de cadenas ramificadas e impares incrementa la suavidad de la grasa en ambos casos. La conversión del ácido esteárico a ácido oleico (el mayor ácido graso encontrado en la grasa) produce mayor suavidad de la grasa de cobertura. Los incrementos en ácidos linoleico y linoleico en la grasa de animales alimentados con altas cantidades de maíz no demuestran ser factores en la suavidad (Glenn et al., 2006).

## JUSTIFICACIÓN

La conservación del forraje juega un papel importante en los sistemas de producción animal. Muchos de los países tienen un índice variable y bajo de lluvia, siendo los periodos secos lo más común (Rouault, 2003). Más aun, se cree que la producción de ganadería, en países en desarrollo, tendrá que duplicarse para el 2020 para satisfacer el crecimiento poblacional (Reddy et al., 2003). Es entonces de gran importancia para los granjeros el producir suficiente forraje durante las estaciones de lluvia, no solo para maximizar la producción si no para mantener una reserva adecuada en caso de sequias (Van de Vyver et., al. 2013).

En zonas tropicales, el almacenamiento de forraje en forma de heno o paja se vuelve difícil y costoso debido a la infraestructura necesaria para protegerlo de los continuos temporales lluviosos y la alta humedad ambiental.

Existen dos formas básicas de conservar forraje; la formación de heno/paja o el ensilaje (McDonald et al., 2002). El ensilaje es favorecido de cierta forma debido a que es menos dependiente de agua, ocurren menos perdidas en el campo y transporte y es más palatable ya que contiene menos carbohidratos estructurales. Es utilizado ampliamente como forraje en ganado lechero por su costo beneficio, sin embargo en sistemas de producción ovina es limitado en muchos países. Sin embargo en algunos países europeos y Australia, utilizan el ensilaje para maximizar la utilización de pasturas, como alimento en épocas de

sequía y en las dietas de finalización de corderos en corral (Marley et al., 2007).

Resultados de estudios previos han demostrado que la adición de ensilaje de maíz en dietas basadas en ensilaje de pastura, incrementa el desempeño en ganado de carne en finalización (Keady et al., 2007 y 2012) y en vacas lecheras (Keady et al., 2003 y 2008b). Más recientemente se concluyó que el ensilaje de maíz puede reemplazar el ensilaje de pastura de alto valor de ingesta en la dieta de ovejas gestantes (Keady y Hanrahan, 2008 y 2009). De cualquier forma, existe una falta de datos en el efecto del ensilaje de maíz en corderos de finalización (Keady y Hanrahan 2013).

El estudio de las características de la canal de corderos se vuelve difícil debido a la gran cantidad de cruzas y variedades que existen actualmente disponibles en el mercado. El grosor y sitios de depósito de la grasa por ejemplo es altamente variable entre razas de pelo o razas de lana. La selección de unidades experimentales homogéneas entonces se vuelve en algunas ocasiones difícil para poder evaluar estas características como resultado de una dieta definida.

El uso de ensilaje de maíz en dietas de ganado lechero y ganado de engorda (bovino) ha sido utilizado por más de 40 años en algunos lugares con buenos resultados, sin embargo, el uso en sistemas de producción ovina ha sido muy limitado. Siendo una opción efectiva en las diferentes condiciones ambientales como conservación de forraje y una opción económica como componente en la dieta, sería de utilidad evaluar el resultado de incluirlo en los

sistemas de producción de ovinos, y observar si este, es igual de efectivo que en el ganado bovino.

La evaluación de los efectos del ensilaje de maíz en dietas de corderos de engorda sobre las características de la canal, ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de materia seca con unidades experimentales que no presenten una diferencia significativa por su variedad genética, mostraría resultados más claros y transparentes de cuál es el efecto real del ensilaje en la dieta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del estudio

El experimento se realizó en las instalaciones de producción ovina del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California ubicada a 10 km al sur de la ciudad de Mexicali, con ubicación geográfica de 32°24'27.71" Latitud Norte y 115°23'03.68" Longitud Oeste. El clima es de tipo desértico, donde el mes más frío es enero, con una temperatura mínima promedio de -1.66 °C y 13 °C de temperatura media siendo julio el mes más cálido con una temperatura máxima, mínima y promedio de 45, 20 y 33 °C respectivamente. La temperatura media anual es de 22 °C (SAGARPA, 2007).

### Unidad experimental

Se utilizaron veinte ovinos enteros cruzados con similares porcentajes de Dorper y Katadin (20.50 ± 2.2 kg PV) alojados en 20 corraletas con comedero lineal y bebedero automático compartido.

## Dietas

Las dietas se formularon (BMS) en base a maíz amarillo hojueleado (cuadro 7). El consumo (BMS) de las dietas fue ad libitum, asegurando un rechazo diario de al menos el 5% del total ofrecido.

Cuadro 7. Ingredientes y composición de las dietas experimentales.

Ingrediente % MS	% Base Materia Seca			
	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	0%	10%	20%	30%
Silo de maíz	0.000	5.055	10.005	15.016
Heno de alfalfa (32% FAD)	49.967	45.078	40.111	35.050
Maíz Rolado	41.506	40.316	39.306	38.294
Pasta de cacahuete	4.130	4.567	4.994	5.426
Cebo	4.397	4.861	5.316	5.776
Carbonato de Calcio	0.000	0.123	0.268	0.438
TOTAL	100.000	100.000	100.000	100.000
Composición % MS				
MSP	98.73	99.22	99.29	99.68
Almidón	29.84	26.53	28.26	26.77
Grasa	8.08	7.62	7.51	9.22
FDN	27.16	30.98	34.91	31.87
FDA	13.08	14.47	17.71	15.81
Proteína total	12.46	12.69	9.26	9.54
Proteína cruda insoluble	1.50	1.59	1.65	1.73
Calcio	0.76	0.75	0.75	0.76
Fosforo	0.25	0.25	0.25	0.25
Azufre	0.02	0.01	0.08	0.07
Cloro	0.47	0.41	0.41	0.36
Potasio	1.01	1.09	0.89	0.80
Magnesio	0.09	0.10	0.04	0.05
Cenizas	2.98	2.47	3.57	3.19

Los tratamientos consistieron en 0, 10, 20 y 30% de sustitución de ensilaje de maíz en lugar del heno de alfalfa (BMS). Las raciones fueron elaboradas en la planta de alimentos del IICV-UABC. Las dietas se elaboraron en dos ocasiones por semana (lunes y viernes) y se almacenaron en cajas de madera con tapa de capacidad de  $1\text{ m}^3$ , esto se realizó para disminuir la variación del contenido nutrimental. Los ingredientes fueron agregados al mezclador en el siguiente orden: maíz, forrajes, pasta de cacahuete, piedra caliza y grasa. El tiempo de mezclado fue de 15 minutos utilizando un mezclador horizontal (Modelo HD-20; HC Davis Sons Manufactory Co., Bonner Spring, KS) de capacidad de  $2.5\text{ m}^3$ .

#### Asignación de tratamientos

Cinco días antes de iniciar el experimento, los animales fueron pesados individualmente, desparasitados, agrupados por peso y asignados de manera aleatoria a 20 corrales (1 animal por corral). Los corrales contaron con 2.5 m de ancho, 8 m de largo,  $12\text{ m}^2$  de sombra, bebederos automáticos compartidos y 2.5 m de comedero lineal. Durante los 5 días previos al experimento, los animales recibieron la misma dieta control.

#### Alimentación

Durante toda la prueba se ofreció alimento fresco diariamente en dos porciones iguales a las 07:00 y 15:00 h. El consumo de agua fue *ad-libitum*. Las

raciones asignadas por animal fueron pesadas los días lunes y viernes de cada semana en una báscula digital de precisión (Mettler Toledo SB16100 x 1 kg).

#### Duración del experimento

El periodo experimental duró 86 días con el fin de evaluar el efecto del nivel de suplementación de ensilaje de maíz sobre las características de comportamiento productivo en engorda y las características de la canal.

#### Mediciones de comportamiento

Con la finalidad de calcular el comportamiento productivo, los pesos inicial y final fueron reducidos 4% con la finalidad de eliminar el peso representado por el contenido del tracto digestivo. Se realizaron pesajes intermedios los días 15, 30, 45, 60, 75 y 86 del experimento. Los corrales fueron considerados como unidades experimentales. El sobrante de alimento se retiró y pesó cada lunes antes de suministrar alimento nuevo con la finalidad de calcular el consumo de MS.

#### Mediciones de la canal

Para el sacrificio los corderos fueron llevados a la planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) número 54 en la que se pesaron las canales en caliente y en frío y se tomó la medida de la grasa dorsal con un vernier.

## Análisis estadístico

El experimento fue analizado como un Diseño Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 5 observaciones por tratamiento de acuerdo al siguiente

modelo:  $Y_{ij} = \mu + T_j + \epsilon_{ij}$

Dónde:

$Y_{ij}$ : j observación del tratamiento i

$\mu$ : Media general

$T_j$ : Efecto del tratamiento i

$\epsilon_{ij}$ : Efecto del error aleatorio

Para los 4 tratamientos se estudió el comportamiento de la inclusión de ensilaje a través de polinomios ortogonales (respuesta lineal y cuadrática). Su análisis fue realizado aplicando el procedimiento MIXED del paquete SAS 9.2. Los contrastes se consideraron significativos cuando el valor de P fue  $\leq 0.05$ , y la tendencia cuando el valor de P fue  $> 0.05$  y  $\leq 0.10$  (Hicks, 1973).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efectos sobre comportamiento

Los resultados de los efectos de los tratamientos sobre parámetros de producción se presentan en el cuadro 8. Se observaron efectos significativos en parámetros productivos de GP, GDP, CMS y CA ( $P < .05$ ).

### *Ganancia de peso*

No se observó diferencia ( $P > .05$ ) entre los tratamientos durante los primeros 42 días, ni del día 42 al 86. Sin embargo se encontraron diferencias significativas ( $P < .05$ ) durante el periodo completo (1-86d). Se observó una disminución lineal ( $P = .002$ ) relacionada con el incremento de ensilaje en la dieta. Esta tendencia no se observó durante la primera mitad de la prueba sin embargo fue clara durante la segunda mitad, lo cual se ve reflejado en el comportamiento mostrado durante el periodo completo. El uso de ensilaje al 10% no mostro diferencias significativas en ninguno de los periodos en relación al grupo control ( $P > .05$ ), sin embargo animales alimentados con 20% de ensilaje mostraron una disminución del 13.89% y de 14.58% al usar 30% de ensilaje en la dieta. Animales alimentados con niveles altos de ensilaje (20% y 30%) no mostraron diferencia entre sí. Aun cuando no se observó diferencia

significativa en ninguno de ambos periodos, se pudo observar esta tendencia a disminuir.

Durante los primeros 46 días se observó la tendencia temprana de la disminución de ganancia de peso de animales alimentados con niveles altos de ensilaje, siendo la dieta con niveles de 20% de ensilaje la menos efectiva mostrando una disminución de 16.00% en comparación con el grupo control. Durante los últimos 44 días de la prueba esta tendencia se mantuvo siendo la dieta con niveles de 30% de ensilaje la menos efectiva disminuyendo en 16.06% la GP en comparación con el grupo control.

La diferencia en la ganancia total de peso es un reflejo de los cambios en la ganancia diaria y consumo total que se observaron con el incremento de ensilaje en la dieta. Estos efectos son discutidos más adelante. La etapa de crecimiento de los animales no pareció afectar este comportamiento, sin embargo la diferencia más pronunciada dentro de los primeros días de la prueba pudo deberse al efecto de aislamiento de los animales. Siendo el ovino un animal de comportamiento gregario, el estar separado en corrales individuales pudo ocasionar una anomalía en su comportamiento de alimentación en los primeros días de la prueba.

#### *Ganancia diaria de peso*

El efecto de los tratamientos sobre la GDP se observó solo durante el periodo completo de la prueba, no se observó diferencia en el comportamiento

de los tratamientos durante la primera mitad y la segunda mitad de la prueba. Durante la segunda mitad de la prueba se observó una disminución lineal con el incremento de ensilaje en la dieta, este comportamiento se reflejó de igual forma en el periodo completo del experimento. La inclusión de 10% de ensilaje en la dieta no tuvo efectos negativos en la GDP, sin embargo el uso de 20% y 30% se comportaron de forma similar disminuyendo 15.5% la GDP en relación al grupo control y 12.5% a la dieta con 10% de ensilaje al final del experimento.

Este comportamiento está relacionado con la disminución lineal de CMS con la inclusión de ensilaje, los tratamientos con altos niveles de ensilaje mostraron un contenido también más elevado de FDN y lignina, lo que explicaría la baja en el consumo de alimento (Jones et al., 1980). Por otro lado, las dietas altas en ensilaje mostraron un déficit en el contenido de proteína total de alrededor del 25% el cual no era esperado, esto debió afectar también el comportamiento de los animales que consumieron 20% y 30% de ensilaje de maíz (Laforest et al., 1986). Helander et al., 2015 no observó diferencias significativas en la ganancia promedio diaria con el aumento de ensilaje de maíz en la dieta, sin embargo otros estudios han reportado un incremento en consumo y desempeño en ganado lechero (Keady et al., 2008; Phipps et al., 2000). Annet et al. (2010), observaron un aumento en la GDP en corderos alimentados con porcentajes altos en ensilaje de maíz en comparación con ensilajes de pastura, este efecto se vio disminuido cuando la relación de forraje en la dieta disminuyó de 0.8 a 0.5.

### *Consumo de materia seca*

El uso de ensilaje de maíz afectó el consumo de materia seca a todos los niveles, incluso el uso de 10% de ensilaje que no produjo cambios en comparación con el grupo control en ningún otro parámetro. En este caso, se observó una disminución de 16.27% y 9.55% durante los últimos 44 días de la prueba y en el periodo total de la misma respectivamente. Durante los primeros 42 días se pudo observar una disminución lineal en el CMS, misma que se mantuvo durante toda la prueba. En este periodo de tiempo niveles altos de ensilaje (20%, 30%) mostraron una disminución marcada de 12.91% y 11.95% respectivamente en comparación con el grupo control, de 10.85% y, aunque no fue significativo de 9.86% en relación al uso de 10% de ensilaje en la dieta, el cual no mostró diferencia significativa en relación al grupo control. Durante la segunda mitad de la prueba animales alimentados con 20% y 30% de ensilaje mostraron una disminución de 9.59% y 9.93% respectivamente en contraste con animales que no se alimentaron de ensilaje. Durante este periodo el uso de 20% y 30% de ensilaje provocaron un incremento de 7.39% y 7.03% CMS en relación al uso de 10%, siendo este último el que provocó la mayor disminución en comparación con el grupo control. Este efecto compensatorio durante la segunda mitad de la prueba puede ser la causa de que no se observaran diferencias significativas entre tratamientos que incluían ensilaje durante el periodo completo de 86 días. En este periodo en contraste con el grupo control, el uso de ensilaje al 10, 20 y 30% disminuyó 9.55%, 10.91% y 10.73% respectivamente el CMS.

Ferret et al. (1997), observaron un rango de consumo entre 41.1 y 68.6 g/kg MS por día en borregos (64.2 kg) alimentados con dietas que contenían ensilaje de maíz ad libitum en 4 periodos de 3 semanas. Estos resultados concuerdan con los encontrados en este experimento donde los tratamientos que contenían ensilaje de maíz promediaron un consumo de 65.73% g MS / Kg <sup>M.75</sup>, esto debido a una posible correlación positiva con el contenido de PC ( $r=0.92$ ) y negativa con FDN ( $r= -0.87$ ) en los tratamientos (Laforest et al., 1986). Ferret et al., 1997 observaron de igual forma una correlación negativa entre CMS y la digestibilidad de la pared celular ( $r = -0.73$ ), y positivamente correlacionado con los componentes de FDN, FDA y LDA que explicaría el comportamiento lineal en la disminución del consumo de MS con el aumento del porcentaje de ensilaje de maíz en los tratamientos además el aumento en el contenido de humedad en las dietas altas en ensilaje. Cillier et al., 2007 observo el desempeño medido en 3 intervalos de tiempo de ovinos de engorda en finalización alimentados con niveles de 70% ensilaje de maíz y 30% concentrado.

En esta prueba él pudo observar un consumo mayor durante el intervalo que fue de los 35 kg al sacrificio y menor cuando fue del destete a los 35 kg. La posible causa de que el comportamiento no fue apreciable durante la primera mitad de la prueba, podría deberse a que al inicio los niveles de consumo fueron bajos provocando un comportamiento similar entre todos los tratamientos. En el segundo periodo de la prueba, el nivel de consumo se elevó drásticamente lo que implico el consumo de mas ensilaje en las dietas

correspondientes, donde pudo provocar un efecto más marcado entre las dietas con alto ensilaje y el grupo control.

Cuadro 8. Efecto de la inclusión de ensilaje de maíz sobre comportamiento productivo

Ítem	Tratamiento				DE	P values Ensilaje de maíz %	
	1	2	3	4		Lineal	Cuadrático
No. de Corrales	5	5	5	5			
Peso vivo, Kg							
Día 1	18.7	18.3	20.2	20.0	2.65		
Día 42	33.8	32.6	32.8	33.1	3.55	0.834	0.680
Día 86	47.5	46.1	45.0	44.6	3.55	0.212	0.779
GP, Kg							
Día 1-42	15.0	14.3	12.6	13.1	2.34	0.133	0.551
Día 42-86	13.7	13.5	12.1	11.5	1.81	0.032	0.742
Día 1-86	28.8 <sup>a</sup>	27.8 <sup>a</sup>	24.8 <sup>b</sup>	24.6 <sup>b</sup>	2.64	0.002	0.685
GDP Kg/d							
Día 1-42	0.36	0.34	0.30	0.31	0.05	0.133	0.551
Día 42-86	0.31	0.30	0.27	0.27	0.04	0.032	0.742
Día 1-86	0.33 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.03	0.002	0.685
CMS, Kg/d							
Día 1-42	1.23 <sup>a</sup>	1.20 <sup>ab</sup>	1.07 <sup>c</sup>	1.08 <sup>bc</sup>	0.10	0.006	0.630
Día 42-86	1.32 <sup>a</sup>	1.11 <sup>b</sup>	1.20 <sup>c</sup>	1.19 <sup>c</sup>	0.08	0.007	<0.001
Día 1-86	1.28 <sup>a</sup>	1.15 <sup>b</sup>	1.13 <sup>b</sup>	1.14 <sup>b</sup>	0.08	0.003	0.042
GP/CMS, gr							
Día 1-42	0.29	0.28	0.28	0.28	0.03	0.968	0.708
Día 42-86	0.23 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.03	0.143	0.083 <sup>†</sup>
Día 1-86	0.26 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.02	0.149	0.244

Medias en la misma fila con letras diferentes mostraron diferencia significativa (P<.05).

† Tendencia (P<.10)

### *Conversión Alimenticia*

El uso de niveles de 10% de ensilaje no afectó la conversión alimenticia ( $P < .05$ ). Durante la segunda mitad y el periodo completo de la prueba se observó una depresión lineal ( $P < .05$ ) en la conversión alimenticia conforme los niveles de ensilaje fueron aumentando en la dieta. De esta forma animales que consumieron altos niveles de ensilaje tuvieron una conversión menor a aquellos que tuvieron tanto como el 10% de ensilaje en la dieta. Este efecto no se observó durante los primeros 42 días, durante el segundo periodo el efecto fue más marcado aun sin ser significativo, donde animales alimentados con niveles de 30% disminuyeron 8.70% ( $P < .05$ ) su eficiencia en comparación con aquellos que se alimentaron con 0% de ensilaje, y mostrando diferencia significativa de 22.22% ( $P < .05$ ) en comparación con animales que se alimentaron con 10% de ensilaje en la dieta.

Animales que se alimentaron con 20% de ensilaje disminuyeron significativamente 18.52% su eficiencia comparados de igual forma con aquellos que se alimentaron con 10% de ensilaje. Bajo estas condiciones y sin ser significativo, durante la segunda mitad de la prueba la inclusión de ensilaje al 10% mostró un aumento de 14.81% la conversión alimenticia en comparación con el grupo control. Los valores observados del día 1 al 86 muestran que animales alimentados con niveles de 20% y 30% disminuyeron 7.41% ( $P < .05$ ) su eficiencia en comparación con animales alimentados con 10% de ensilaje y no mostraron diferencia significativa con el grupo control.

Los valores de eficiencia son un reflejo del comportamiento en consumo y digestibilidad de MS de las dietas experimentales así como del valor nutricional de estas, al ser las dietas altas en ensilaje (20% y 30%) bajas en proteína en comparación con el grupo control, es de esperarse el comportamiento observado en la disminución lineal en la eficiencia. Mustafa et al., 2007 observo una conversión de .124 kg PV x kg MS, que en comparación a dietas altas en concentrado fue más eficiente. Estos resultados concuerdan en el comportamiento de CMS y ganancia diaria donde el principal factor parece ser la digestibilidad de FDN y contenido de PC en la dieta y el ensilaje. En comparación con este estudio, Cilliers et al., 1998 observo los efectos de ensilaje de maíz en comparación con ensilajes de sorgo sobre los parámetros de comportamiento. En este estudio observo como la conversión alimenticia no mostro diferencias significativas durante la primera parte de la prueba donde los animales llegaron del destete a los 35 kg PV, durante la segunda parte se pudo observar como el ensilaje de maíz fue más eficiente llevando los animales del estudio hasta los 45 kg y sacrificio pero analizando el periodo completo del destete al sacrificio, las eficiencias se mostraron igual para todos los tratamientos. En este mismo estudio observo como la inclusión de concentrado en la dieta aumento la eficiencia durante todas las etapas de la prueba. La conversión más eficiente se observó durante la primer parte de la prueba en comparación con el periodo al sacrificio. Esto prueba el hecho d que los nutrientes son utilizados más efectivamente para el desarrollo y crecimiento muscular que para la deposición de grasa.

### Efectos sobre la canal

Los resultados de los efectos de los tratamientos sobre características de la canal y rendimiento se presentan en el cuadro 9. Se observaron efectos significativos sobre el grosor de la grasa dorsal y peso frío de la canal ( $P < .05$ ) sin embargo no se observó diferencia en los efectos de los tratamientos sobre peso caliente y rendimiento de la canal ( $P > .05$ ).

Cuadro 9. Efectos de la inclusión de ensilaje de maíz en las características de la canal.

Ítem	Tratamiento				SD	P. Value Ensilaje de maíz	
	1	2	3	4		Lineal	Cuadrático
No. de corrales	5	5	5	5			
Peso Caliente, kg	25.6	24.2	23.5	23.8	1.97	0.149	0.359
Peso frío, kg	25.1 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>	22.3 <sup>b</sup>	24.2 <sup>ab</sup>	1.70	0.143	0.066 <sup>†</sup>
Rendimiento pie canal, %	53.9	52.4	52.2	53.3	1.31	0.485	0.039
Grosor de grasa dorsal, mm	3.87 <sup>a</sup>	2.50 <sup>b</sup>	2.00 <sup>b</sup>	2.75 <sup>b</sup>	0.85	0.003	0.001

Medias en la misma fila con letras diferentes mostraron diferencia significativa ( $P < .05$ )

† Tendencia ( $P > .05$ )

### *Peso frío de la canal*

El peso frío de la canal se vio afectado por niveles de 20% de ensilaje en comparación con niveles de hasta el 10%, disminuyendo 11.15% ( $P < .05$ ) y 8.23% ( $P < .05$ ) el peso en relación a animales alimentados con 0% y 10% de

ensilaje respectivamente. Este comportamiento mostro una tendencia cuadrática entre los tratamientos ( $P=.06$ ). esta diferencia puede deberse a las diferencias en el porcentaje de grasa corporal que en este estudio lamentablemente no fue medida, sin embargo tomando en cuenta las diferencias en el grosor de la grasa dorsal se pudo observar el mismo comportamiento cuadrático.

#### *Grosor de grasa dorsal*

Si bien el rendimiento y peso de la canal no se vio afectado por la inclusión del 10% de ensilaje en la dieta, el desarrollo de grasa dorsal presento un comportamiento cuadrático con el aumento de este en la dieta. Animales que fueron alimentados con 10% de ensilaje mostraron una disminución de 35.40% ( $P<.05$ ) en el grosor de la grasa dorsal en comparación con animales que fueron alimentados con la dieta control, al usar 20% se disminuyó 48.32% ( $P<.05$ ) en relación a este mismo grupo y 28.94% ( $P<.05$ ) con el uso de 30% de ensilaje en la dieta. Los ovinos responden a la utilización de nutrientes depositando más grasa subcutánea que visceral a comparación de los bovinos (Mushi et al., 2008). Las diferencias observadas se deben posiblemente a la diferencia en energía metabolizable de la dieta, donde a mayor consumo de energía, mayor fue el depósito de grasa dorsal en la etapa de finalización. Esto se observó aun cuando el peso final de la canal no mostro diferencias significativas entre los tratamientos. Keady y Harahan 2013 observaron un incremento en el grosor del tejido subcutáneo en el incremento de ensilaje de

maíz en la dieta, al igual que con el incremento de concentrado en corderos en finalización. Este efecto podría explicarse por una posible optimización de la fermentación ruminal en animales alimentados con 10% de ensilaje que pudo haber producido una mayor cantidad de precursores gluconeogénicos que podrían maximizar la digestión de almidón en el intestino delgado. Esto a su vez podría generar un aumento de insulina basal que tiene un efecto directo sobre la lipogénesis. (Hocquette et al., 2007)

## **CONCLUSIÓN**

La sustitución de alfalfa por ensilaje de maíz como fuente de fibra hasta en un 10% no afecta los parámetros de comportamiento ni características de la canal de ovinos en dietas de finalización. La sustitución por 20% y 30% de ensilaje afecta los niveles de CMS lo cual afecta directamente la GDP y la eficiencia. A pesar de esto, no se ve afectado el rendimiento pie de la canal ni el peso caliente. Estudios sobre la digestibilidad y utilización de FDN y FDA así como de consumo y utilización de N de maíz ensilado en corderos de finalización hacen falta para poder comprender mejor. El mecanismo de los efectos observados.

## LITERATURA CITADA

- Adewakun L. O., Famuyiwa A. O., Felix A., Omole T. A. 1989. Growth performance, feed intake and nutrient digestibility by beef calves fed sweet sorghum silage, corn silage and fescue hay. *Journal of Animal Science*. 67(5):1341-1349
- Anil L., J. Park y R.H. Phipps. 2000. The potential of forage maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 86:157-164.
- Annet R.W, A.F Carson. 2010. Effects of silage type proportion in the diet on the growth and carcass characteristics of finishing lambs. *Advances in Animal Biosciences*. 1:136
- Bas P. y P. Monrand-Fehr. 2000. Effect of nutritional factor son fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livestock Production Science*. 64:61-79.
- Begum N., M.J. Khan y K.M.S. Islam. 2000. Feeding rations containing road side grass, maize silage or water hyacinth in bull calves. *Pakistan Jorunal of Biological Sciences*. 3(10):1730-1732.
- Boever De J.L., D.L. De Brabander, A.M. De Smet, J.M. Vanacker, C.V. Boucque. 1993. Evaluation of physical structure. 2. Maize silage. *Journal of Dairy Science*. 76(6): 1624-1634. (Abstr)
- Candau M., J. Massengo. 1982. Evidence of a thiamine deficiency in sheep fed maize silage. *Ann Rech Vet*. 13(4):329-340 (Abstr.).
- Cilliers J.W., H.J. Cilliers y W.R.L. Nel. 1998. Maize silage, grain sorghum silage and forage sorghum silage in diets with different proportions of concentrate for the finishing of weaner lambs. *Animal Science*. 66:189-196.

- önmez N., M.A. Karh, A. Çınar, T. Aksu y E. Baytok. 2003. The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. *Small Ruminant Research*. 48:227-231.
- Ferret A., J. Gasa, J. Plaixats, F. Casañas, L. Bosch y F. Nuez. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *Animal Science*. 64(3):493-501.
- Glenn J. Miller, Joseph E. Kunsman y R.A. Field. 2006. Characteristics of soft subcutaneous fat in ram lambs fed corn and corn-silage diets. *Journal of Food Science*. 45(2):279-282 (Abstr.).
- Keady T.W.J. y J.P. Hanrahan. 2013. Effects of silage from maize crops differing in maturity at harvest, grass silage feed value and concentrate feed level on performance of finishing lambs. *Animal*. 7:1088-1098.
- Keady T.W.J., C.S. Mayne y D.J. Kilpatrick. 2003. The effect of maturity of maize silage at harvest on the performance of lactating dairy cows offered three contrasting grass silages. *Proceedings of the British Society of Animal Science*. p 126.
- Keady T.W.J., D.J. Kilpatrick, C.S. Mayne, F.J. Gordon. 2008. Effects of replacing grass silage with maize silages, differing in maturity, on performance and potential concentrate sparing effect of dairy cows offered two feed value grass silages. *Livestock Science*. 119:1-11.
- Keles G. y U. Demirci. 2011. The effect of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria on conservation characteristics of baled triticale–Hungarian vetch silage and lamb performance. *Animal Feed Science and Technology*. 164:21-28.

- Khan Sohail Hassan, Atiya Azim, Muhammad Sawar y Abdul Ghafar Khan. 2011. Effect of maturity on comparative nutrient value and fermentation characteristics of maize sorghum and millet silages. *Pakistan Journal of Botany*. 43(6):2967-2970.
- Kossaibati M.A. y M.J. Bryant. 1994. Effects of rapeseed-meal and fish-meal supplementation of maize silage-based diets upon voluntary intake, live-weight gain and wool growth of store lambs. *Animal Science*. 58:49-56.
- Kousaku Souma, Peng Wang, Fumie Kanda, Hiroaki Igarashi y Takayoshi Masuko. 2011. Influences of combination feeding of high moisture low quality grass-dominant mixture silage with corn silage on nutritive value and feed intake in sheep. *Japan Society of Grassland Science*. 57:18-22.
- Vranic Marina, Mladen Knezevic, Kresimir Bosnjak, Josip Leto, Goran Perculija, Hrvoje Kutnjak e Ivana Matic. 2009. Maize silage supplementation on lower quality grass silage improves the intake, apparent digestibility and N retention in wether sheep. *Mljekarstvo*. 59(4):302-310.
- Marley C.L., Fychan R., Fraser M.D., Sanderson R. y Jones, R. 2007. Effects of feeding different ensiled forages on the productivity and nutrient-use efficiency of finishing lambs. *Grass Forage Science*. 62(1):1-12.
- McDonald P., Greenhalgh J. y Edwards R.A. 2002. Silage, hay, artificially dried forages, straw and chaff. *Animal nutrition (sixth ed.)*. Pearson, Prentice Hall, England. Addison-Wesley Longman Ltd. pp. 515-537.
- Muhammad I. Mustafa, John P. Chadwick, Pervez Akthar, Safdar Ali, Muhammad Lateef y Javed I. Sultan. 2008. The effect of concentrate- and silage-based finishing diets on the growth performance and carcass characteristics of Suffolk cross and Scottish blackface lambs. *Turk J. Vet. Anim. Sci*. 32(3):191-197.

- Reddy B.V., Sanjana Reddy, P. Bidinger, F. y Blümmel M. 2003. Crop management factors influencing yield and quality of crop residues. *Field Crop Residues*. 84(1):57-77.
- Rouault Mathieu y Yves Richard. 2003. Intensity and spatial extension of drought in South Africa at different time scales. *Water SA*. 29(4):489-500.
- Sudweeks E.M., L.O. Ely, L.R. Sisk. 1980. Effect of Intake on Chewing Activity of Steers. *Journal of Dairy Science*. 63(1):152-154.
- Utlely P.R., R.N. Gates, W.W. Hanna, y J.C. Johnson. 1995. "HGM-100" pearl millet silage for growing beef heifers. *Journal of Production Agriculture*. 12(4):653-658.
- Van de Vyver W.F.J., J.A. Beukes y R. Meeske. 2013. Maize silage as a finisher feed for Merino lambs. *South African Journal of Animal Science*. 43(5): Suppl. 1.
- Venkataramanan R., Sreekumar C., Anilkumar R., Selvaraj P., Vidhya NM y Mathagowder I. 2010. Effect of jaggery on the quality and intake levels of maize silage. *Tropical Animal Health Production*. 42(5):1027-1029 (Abstr.).
- Venkateswarlu Malisetty, Ramana Reddy Yerradoddi, Nagalakshmi Devanaboina, Mahender Mallam, Hari Krishna Cherala, Rajasekhara Reddy Admal y Gnana Prakash Manthani. 2013. Effect of feeding maize silage supplemented with concentrate and legume hay on growth in Nellore ram lambs. *Vet World*. 6(4):209-213.