

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN OVINOS DE PELO EN DESARROLLO ESTABULADOS EN EL MUNICIPIO CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

JULIO ALEJANDRO MORALES GUZMÁN

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN OVINOS DE PELO EN DESARROLLO ESTABULADOS EN EL MUNICIPIO CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

JULIO ALEJANDRO MORALES GUZMÁN

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de carrera:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.C. Raúl Jáuregui Jiménez
Secretario:	M.Sc. Baudilio Cordero Monroy
Vocal:	M.Sc. Carlos Alfredo Suchini Ramírez

TERNA EVALUADORA

M.C. Raúl Jáuregui Jiménez
M.Sc. Baudilio Cordero Monroy

Chiquimula, Agosto 2017.

Señores Miembros

Honorables del Consejo Universitario

Centro Universitario de Oriente

Su Despacho

Respetables señores:

En cumplimiento a lo establecido en las normas del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN OVINOS DE PELO EN DESARROLLO ESTABULADOS EN EL MUNICIPIO CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO”**, como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista, en el grado Académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación, llene los requerimientos para su aprobación.

Atentamente



Julio Alejandro Morales Guzmán



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA



Chiquimula, agosto de 2017

Señor Director:
Nery Waldemar Galdámez Cabrera, M. Sc.
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Carrera de Zootecnia para asesorar al estudiante **Julio Alejandro Morales Guzmán**, en el trabajo de graduación intitulado: **“Evaluación del consumo de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*), en ovinos de pelo en desarrollo estabulados en el municipio de Chimaltenango, Chimaltenango”**. Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, el tema que se aborda, contribuye al desarrollo de la ovinocultura, así como el uso de alternativas forrajeras en el país.

Por lo que en mi opinión este trabajo reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su sustentación en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciado.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Héctor Armando Flores Morales".

Lic. Zoot. Héctor Armando Flores Morales
Asesor Principal



D-TG-Z-092-2017

EL INFRASCrito DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: conoció el documento de la investigación que efectuó el estudiante **JULIO ALEJANDRO MORALES GUZMÁN** titulado **“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (Zea mays), EN OVINOS DE PELO EN DESARROLLO ESTABULADOS EN EL MUNICIPIO CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO”**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Zootecnista**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a diecinueve de septiembre de dos mil diecisiete.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



c.c. Archivo

NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

- A Dios** Por darme una segunda oportunidad de vida, tiempo y sabiduría para alcanzar cada una de mis metas.
- A mis padres** Clementino Morales y Ada Elizabeth Guzmán por su apoyo incondicional tanto en lo económico como en el aspecto moral, por haberme guiado en mi camino, por darme amor y paciencia cuando más lo necesite.
- A mis hermanos** Clementino y José Morales por su apoyo para mi vida.
- A mis sobrinos** Valentina y Clementino por venir a iluminar nuestras vidas.
- A mi novia** Flor María Miranda por su apoyo, amor y paciencia.
- A mis abuelos** Clementino Morales (+) y Teresa Escalante, Idán Guzmán y Maura Hernández, por su apoyo e inspiración para seguir adelante y ser un profesional.
- A mis tíos** Por su apoyo y comprensión cuando lo he necesitado.
- A mis primos** Por estar conmigo siempre brindándome apoyo.
- A mis amigos** Renato Solares, Gonzalo Estrada, William Catalán y Edwin Guerra por su apoyo, por brindarme su amistad y darme ánimos para alcanzar cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios** Por brindarme la oportunidad de alcanzar una de mis metas, porque cuando más lo he necesitado siempre está conmigo.
- A mi familia** Les agradezco por apoyarme siempre a cumplir cada una de mis metas.
- A mi novia** Porque siempre me apoya en mis decisiones y proyectos.
- A mis asesores** Lic. Zoot. Héctor Flores y Lic. Zoot. Oscar Duarte, por su tiempo, dedicación y paciencia en la realización del presente trabajo.
- Al Centro Universitario de Oriente** Por brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de Zootecnia.
- A la carrera de Zootecnia** Por ser parte de mi formación académica, por brindarme conocimientos que me han ayudado para alcanzar la formación profesional.
- A mis catedráticos** Por su dedicación y esmero para transmitir todos los conocimientos técnicos y profesionales para el buen desenvolvimiento en el ámbito profesional.
- A las familias** Duarte Guevara por su confianza y apoyo para realizar este estudio con su ganado ovino; y a la Fam. Miranda Vivar por su confianza, apoyo y muestras de cariño en su hogar.
- A mis amigos** Por su amistad y apoyo incondicional, y a los empleados de la granja pecuaria del CUNORI por su apoyo en la realización del estudio.

ÍNDICE GENERAL		
CONTENIDO		PÁGINA
RESUMEN		1
I. INTRODUCCIÓN		3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		4
III. JUSTIFICACIÓN		5
IV. OBJETIVOS		6
V. HIPÓTESIS		7
VI. MARCO TEÓRICO		8
6.1 Papel de las especies menores		8
6.2 Los ovinos de pelo		8
6.2.1 Variedad de la especie		8
6.2.2 Medidas zoométricas		9
6.2.3 Pie de cría		10
6.2.4 Peso al nacer		10
6.2.5 Alimentación		10
6.2.6 Epoca de parto		11
6.2.7 Destete		11
6.2.8 Requerimientos nutricionales de los corderos de pelo		12
6.2.9 Sistemas de producción		13
6.3 Inconvenientes en la alimentación de los rumiantes		14
6.4 Presentaciones de alimentos para ovinos		14
6.4.1 Composición de alimentos para ovinos		15
6.5 Hidroponía de maíz		16
6.5.1 Efecto de la hidroponía sobre el animal		17
6.5.2 Ventajas de la hidroponía		18
6.5.3 Factores que afectan el consumo de hidroponía		19
6.5.4 Componentes de la hidroponía		19
6.5.5 Proceso de la elaboración de hidroponía		19
6.5.6 Factores que afectan a la calidad del forraje hidropónico		21

6.6 Consumo de la hidroponía	21
6.7 Tamaño de la producción de hidroponía por bandeja	22
6.8 Uso y tolerancia del FVH en rumiantes	22
6.9 Consumo de fibra cruda en ovinos	23
6.10 Recomendación del uso de forraje verde hidropónico de maíz	23
6.11 Heno de pangola (<i>Digitaria decumbens</i>)	23
VII. MARCO REFERENCIAL	25
7.1 Localización clima y zona de vida	25
7.2 Instalaciones y equipo	25
VIII. MARCO METODOLÓGICO	26
8.1 Ubicación	26
8.2 Animales	26
8.3 Análisis bromatológico	26
8.4 Manejo del experimento	26
8.4.1 Materiales y Equipo	26
8.4.2 Periodo de adaptación	27
8.4.3 Fase pre-experimental	27
8.4.3.1 Manejo de animales	27
8.4.3.2 Cultivo FVH	27
8.4.3.3 Análisis bromatológico de materia prima, dieta base, y forraje verde hidropónico de maíz.	28
8.5 Fase experimental	28
8.6 Tratamientos	29
8.7 Variables medidas	30
8.8 Variables evaluadas	30
8.9 Diseño estadístico	30
8.10 Análisis financiero	31
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

9.1 Variables evaluadas	32
9.1.1 Consumo de alimento (Kg MS/día)	32
9.1.2 Ganancia de peso diario (g/animal/día)	33
9.1.3 Conversión alimenticia (Kg de alimento/Kg ganancia de peso)	34
9.2 Análisis financiero	35
9.3 Costos de producción del forraje verde hidropónico	37
X. CONCLUSIONES	39
XI. RECOMENDACIONES	40
XII. BIBLIOGRAFÍA	41
XIII. APÉNDICE	45
XIV. ANEXO	61

ÍNDICE DE CUADROS EN EL TEXTO	
No. CUADRO	PÁGINA
1. Medidas zoométricas en ovinos de pelo.	9
2. Requerimientos nutricionales de los ovinos.	13
3. Costo de engorde de un cordero en un periodo de 85 días bajo un sistema intensivo.	14
4. Valor nutricional del FVH de maíz cosechado a los 14 días.	17
5. Requerimientos minerales por rumiantes y composición mineral del FVH de maíz (en base a MS).	17
6. Composición nutricional del heno de Pangola (<i>Digitaria decumbens</i>).	24
7. Efecto de la adición de forraje verde hidropónico, sobre el consumo de alimento, consumo de proteína cruda, ganancia de peso y conversión alimenticia en corderos de pelo.	32
8. Costos parciales del engorde de ovinos de pelo con tres niveles de forraje verde hidropónico.	36
9. Relación beneficio/costo.	36
10. Costo parcial para la producción de un kilogramo de forraje verde hidropónico con quince días de crecimiento.	37

**ÍNDICE DE TABLAS
EN EL APÉNDICE**

No. TABLA	PÁGINA
1A. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca.	46
2A. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso.	46
3A. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.	47
4A. Tabla de requerimientos y consumos de valores nutricionales en ovinos de pelo.	47
5A. Análisis bromatológico de hidroponía de maíz en Chiquimula	48
6A. Análisis bromatológico de hidroponía de 15 y 21 días en el departamento de Chimaltenango	48
7A. Aporte de la dieta a corderos de pelo, sometidos a investigación en términos de materia seca (MS), proteína (PC) y energía metabolizable (Mcal).	49
8A. Alimento ofrecido inicial / diario	50
9A. Alimento ofrecido final / diario	51
10A. Boleta para recolección de pesos	52
11A. Pesos (Kg) semanales de ovinos en la investigación	53
12A. Boleta de rechazo diario	54
13A. Datos generales durante la investigación en un período de 60 días	55

ÍNDICE DE FIGURAS EN EL APÉNDICE	
No. FIGURA	PÁGINA
1A. Variables evaluadas en la investigación consumo de materia seca (Kg MS/día), consumo de proteína cruda (g/animal/día), ganancia de peso (g/animal/día) y conversión alimenticia (Kg de alimento/Kg de peso vivo)	56
2A. Consumo de alimento por tratamiento expresada en Kg MS/día	56
3A. Ganancia de peso diario (g/animal/día)	57
4A. Conversión alimenticia total por cada tratamiento (Kg de alimento/Kg ganancia de peso)	57
5A. Hidroponía con 15 días de crecimiento.	58
6A. Identificación de muestras para determinación de Materia Seca.	58
7A. Muestras en Micro Kjendhal para determinacion de proteína cruda.	59
8A. Germinación de la semilla de maíz.	59
9A. Producción de FVH en bandejas.	60
10A. Consumo de hidroponía a nivel de comederos.	60

Morales Guzmán, JA. 2017. Evaluación del consumo de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*), en ovinos de pelo en desarrollo estabulados en el municipio Chimaltenango, Chimaltenango. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 63 P.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enmarca en la problemática de resolver las deficiencias de generación en cuanto a la presentación de alimentos para animales, mediante la diversificación de la producción agropecuaria que nos permita obtener una mayor cantidad de alimento, a través de la explotación de los ovinos de pelo, presentado una opción de alimentación para dicha especie, utilizando materiales forrajeros de buena calidad nutricional, en la elaboración de bandejas de forraje verde hidropónico.

Se utilizó: forraje verde hidropónico, heno de pangola y balanceado comercial, usándolos como fuente de proteína, los ovinos recibieron una dieta basada de pasto de Pangola (*Digitaria decumbens*) y la adición que en este caso lo constituía el forraje verde hidropónico estuvo en porcentajes de 40, 50 y 60 %. La investigación tuvo una duración de 60 días y se realizó en época seca y se dividió en bloques completamente al azar (T1 heno mas balanceado comercial, T2 heno mas balanceado comercial con un 40 % de FVH, T3 heno mas balanceado comercial con un 50 % de FVH y T4 heno más balanceado comercial con un 60 % de FVH) se evaluaron las variables siguientes: Consumo de materia seca (Kg MS/animal/día), ganancia de peso Kg/animal/día y conversión alimenticia (Kg alimento/ Kg ganancia de peso), para determinar los resultados de la respuesta animal a dicha adición.

El análisis proximal de las materias primas usadas indica: que el contenido de materia seca fue de 65.42%, 90.80% y 19.51%, para el heno de pangola, grano de maíz y el forraje verde hidropónico de 15 días, respectivamente.

El análisis de varianza para las variables evaluadas hay diferencias significativas ($P \leq 0.05$) siendo el T4 con mayor ganancia de peso siendo, el cual genera un mayor

ingreso. Sin embargo, productivamente fue mejor el tratamiento 4 (60 % de adición de forraje verde hidropónico) lo que significa un mayor beneficio económico para la venta de los animales. En la utilización de un nivel de un 60 % de adición de forraje verde hidropónico de maíz, mejora la ganancia de peso de ovinos alimentados con una dieta base de heno del pasto pangola *Digitaria decumbens* y balanceado comercial.

Palabras claves: dieta base, heno, grano de maíz, materia seca, fibra ácido detergente, consumo de materia seca, proteína cruda, total de nutrientes digestibles, energía digestible, ganancia de peso, conversión alimenticia.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, principalmente en la zona del departamento de Chimaltenango muchos productores han implementado la crianza de ovinos de pelo (pelibuey), en pastoreo en sistema extensivo sin conocer otras formas de establecer una alimentación balanceada establecida. Por lo tanto, el consumo de carne de oveja por cultura mexicana se ha ido desarrollando en la dieta alimenticia de las personas, de esta zona.

La ovinocultura, es una alternativa de producción pecuaria para obtener proteína animal y a menor costo que las especies mayores. Sin embargo, es necesario hacerla productiva y convertirla en una actividad económicamente rentable.

Por tal motivo se necesitan evaluar y conocer nuevas alternativas para la alimentación de animales productores de carne, que disminuyan el costo que genera la compra de alimentos balanceados.

La ventaja de la alimentación del forraje verde hidropónico es que se obtiene más alimento en unidad por área en el cual no es necesario la siembra de las plantas en un suelo directo. A los cultivos hidropónicos que emplean algún tipo de medio de cultivo, se les denomina a menudo cultivo sin suelo, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero hidropónico.

En el presente trabajo, se describe el desarrollo de un proceso del consumo de forraje verde hidropónico con adición de heno y concentrado en ovinos de pelo, en etapa de crecimiento, midiendo su efecto en consumo de alimento, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia, en base a una alimentación con forraje verde hidropónico de maíz, heno y un balanceado comercial para el engorde de rumiantes.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los alimentos que se utilizan para el engorde de ovinos estabulados han alcanzado un elevado costo, afectando el precio de la libra de carne producida; sin embargo, para la reducción de estos, existen opciones que han sido exitosas en otros países como el uso de forraje verde hidropónico, ya que éste alimento puede ser fabricado a nivel de finca en grandes cantidades sin el uso de mucha demanda de mano de obra, en un espacio reducido, con baja cantidad de agua y a menor costo.

Este tipo de alimento hace que la producción sea más eficiente por unidad de área y se obtengan mejores beneficios para el productor al disponer de forraje de buena calidad al menor costo, ya que los insumos para la alimentación y engorde en un sistema estabulado están a precios altos, lo que hace que los costos de producción suban en el mercado el cual afecta al consumidor final.

La hidroponía es una alternativa de alimentación en rumiantes ya que su dieta se basa principalmente en forrajes, en los ovinos de pelo sería una opción efectiva ya que por su palatabilidad se genera un buen consumo por parte de los animales y así brindar a los ovinocultores nuevas alternativas en la producción.

III. JUSTIFICACIÓN

La hidroponía de maíz (*Zea mays*) puede llegar a ser una alternativa para obtener mejores resultados en el engorde de rumiantes, esto sin utilizar productos que aceleran el metabolismo para obtener mayores pesos en menor tiempo, con la alimentación natural con forraje verde hidropónico de maíz, se puede clasificar la carne de mejor calidad, sin aditivos químicos que son nocivos para la salud del ser humano.

Los ovinos son rumiantes menores por lo cual su consumo no es tan alto como el de los bovinos y en cuanto al precio, no existe un mercado apropiado y mucho menos, una costumbre de consumo de la carne de ovino, pero si posee características similares a la de la carne de bovino podría llegar a ser una opción alimenticia de las familias guatemaltecas como fuente de proteína animal y sería de mejor calidad por el tipo de alimento que se esta proporcionando, el es forraje verde.

El presente trabajo tiene el propósito de engordar ovinos a base de una alimentación con tres diferentes niveles de adición de forraje verde hidropónico en este caso maíz, heno y balanceado comercial.

Esta información servirá para poner a disposición de los productores ganaderos nuevas opciones de producción de carne de ovino en base a una alimentación con forraje de buena calidad y a menor costo.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) como suplemento en ovinos de pelo estabulados en etapa de crecimiento.

Objetivos específicos

- Evaluar tres niveles (40, 50 y 60 %) de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en ovinos de pelo estabulados, alimentados a base de balanceado en función de consumo de materia seca (MS), ganancia de peso (g/día) y conversión alimenticia.
- Establecer la eficiencia productiva en función de la relación beneficio-costos basados en un presupuesto parcial de la investigación en la utilización de alternativas de alimento para rumiantes.

V. HIPÓTESIS

Ha. Al menos un tratamiento con uso de forraje verde hidropónico mejora los parámetros productivos (Consumo de alimento, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia) de ovinos de pelo estabulados en la etapa de crecimiento.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Papel de las especies menores

Según Sánchez (2004), las especies menores de animales domésticos pueden jugar un papel destacado dentro de los sistemas mixtos de producción debido a sus características particulares entre las que se destacan las siguientes: bajo nivel relativo de inversión inicial y de costos de producción, independencia de la escala de producción, flexibilidad de instalaciones y manejo, rápido incremento del número de animales, valor y demanda de los productos.

Sánchez (2004), expresa que en términos generales, las especies menores requieren mayor atención y cuidado por cabeza, o por unidad de producto, comparado con las grandes especies de animales, pero debido a su fácil manejo y a la disponibilidad de mano de obra familiar, incluyendo mujeres, ancianos y niños, son más adecuadas para la crianza en el hogar.

6.2 Los ovinos de pelo

Para Macedo y Castellanos (2004), los ovinos de pelo de la región del Caribe y Centroamérica proceden de los ovinos del África Occidental, principalmente de la zona comprendida entre Angola y Nigeria.

6.2.1 Variedad

El pelibuey se encuentra en mayor proporción entre los ovinos de pelo en esta región. En Cuba, se halla el mayor número, aunque abundan en Nicaragua, República Dominicana y México donde se conocen con el nombre de Tabasco. En una población de ovinos Pelibuey se pueden observar animales con pelaje de diferentes colores. Los más abundantes son el castaño con una tonalidad clara a otra oscura y el bermejo rojo (Macedo y Castellanos, 2004).

En menor proporción se encuentran el blanco, el negro y el castaño con el vientre negro muy parecidos al Blackbelly. Algunos autores describen animales que denominan Pinto,

son castaños con manchas bien definidas de color blanco o blancos con manchas de color castaño. Hay otras combinaciones de colores, pero en porcentaje insignificante (Lima y Flores, 2010).

El Pelibuey manifiesta una gran variabilidad en el tamaño y conformación del cuerpo. Se observan desde el cuerpo pequeño y extremidades cortas hasta los animales de cuerpo alargado y cilíndrico con extremidades más largas y delgadas. Las orejas son cortas y rectas. Por lo regular, la línea dorsal es recta, aunque algunos adoptan una posición ensillada. La conformación de los machos tiende a ser superior a las hembras, aunque en condiciones adecuadas de alimentación, estas diferencias tienden a ser mínimas alrededor del año de edad. Son frecuentes los pelos largos en la región anterior del pecho y las hembras pedúnculos epiteliales en la región faríngea (Macedo y Castellanos, 2004).

6.2.2 Medidas zoométricas

Cuadro 1. Medidas zoométricas en ovinos de pelo

Pelibuey	Machos	Hembras
Altura a la cruz	77.0 cm	68.6 cm
Largo corporal	55.0 cm	49.0 cm
Ancho posterior	25.0 cm	20.0 cm
Perímetro del tórax	93.0 cm	78.0 cm
Peso vivo	45-70 Kg	37-47 Kg

Fuente: Macedo y Castellanos, 2004.

Otros aspectos de la conformación son la cola medianamente larga, una ligera melena en los machos y la ausencia de cuernos en sementales machos y hembras.

El peso adulto oscila entre 50 y 70 Kg para los machos y de 35 a 50 Kg para las hembras (Macedo y Castellanos, 2004).

6.2.3 Pie de cría

La prolificidad se encuentra entre 1.2 a 1.7 corderos/parto en dependencia, principalmente, del nivel de alimentación. El peso al nacer oscila entre 3,0 y 3,5 Kg; al destete es de 12-17 Kg, las ganancias de peso registradas van desde 70 hasta 300 g/día y el rendimiento a la canal de 40-45%. El pelibuey es un animal muy precoz y prolífero, con independencia de las bondades generales expuestas en la crianza del ovino (Nahara, 2006).

Las hembras se pueden incorporar a la reproducción desde los 8 meses de edad, aunque para los machos se aconseja esperar un año. Si la oveja se alimenta bien puede parir 3 veces en dos años y amamantar sus crías durante 3 meses. Los primeros partos se pueden alcanzar entre 16 y 19 meses de edad y el intervalo entre partos es menor de 210 días (Lucas, 2011).

6.2.4 Peso al Nacer

El peso al nacer de los corderos Pelibuey oscila dentro de un amplio rango que va desde los 2.0 - 3.5 Kg, según la influencia de algunos factores ambientales como son: peso, condición corporal y número de partos de la oveja; nivel alimentario, época y tipo de parto y sexo del cordero (Lucas, 2011).

6.2.5 Alimentación

El régimen alimentario durante las últimas semanas de la gestación tiene un efecto marcado en el peso al nacer de los corderos. Por ejemplo, en las ovejas Pelibuey que se alimentan con forrajes y suplementos de concentrado, el peso promedio al nacer de los corderos es de 3,13 Kg este disminuye a 2.87 Kg cuando las ovejas se encuentran

en un régimen alimentario más bajo, en pastoreo más suplemento alimentario (Lucas, 2011).

6.2.6 Época de parto

La época de parto influye en el peso al nacer de los corderos Pelibuey y esto se asocia al comportamiento de las lluvias dada su alta coincidencia en la producción de los pastos. En Cuba, cuando los partos se producen a mediados y al final de la época de lluvia hay un incremento en el peso al nacer de los corderos, en comparación con aquellos que nacen en los meses de seca (enero-abril) cuando la disponibilidad de pasto es mucho menor (Lucas, 2011).

6.2.7 Destete

Se debe destetar corderos entre los 90 y los 100 días de edad. Para ello separar las crías de sus madres por una semana, en un corral aparte. Durante los primeros dos días las crías deben permanecer en el corral y ser alimentadas adecuadamente con disponibilidad de agua. Posteriormente podrán pastorearse en áreas que no sean próximas a las que pastan sus madres. La cría en establo con un corral separado para destetados facilita esta tarea (Lucas, 2011).

Para Lucas (2011), los ovinos en México y en otros países de Latinoamérica en especial los de pelo, han tenido un importante impulso y desarrollo en años recientes, derivado del aumento sostenido de los precios a nivel mundial en especial de la carne sea de animales en pie, de canal o producto terminado.

En México los ovinos pelo son los que muestran la mayor tasa de crecimiento extendiéndose del trópico a otros ambientes como es el templado y el árido y semiárido, donde se producen en nuevos sistemas como son los estabulados, semiestabulados, agrosilvopastoriles y otros, (Lucas, 2011).

Por ello es indudable que la ovinocultura en México está en un proceso de transformación hacia nuevas formas y sistemas de producción. Esta dinámica ha empezado a influir en países centroamericanos que están dándole una mayor importancia a la ovinocultura y en especial a la de ovinos de pelo. Sin embargo se debe cuidar que la producción se debe basar en mejoras substanciales de la eficiencia reproductiva y productiva de la explotación (Lucas, 2011).

Para Rios (2005) las ovejas de pelo han ido evolucionando bajo la influencia selectiva de la naturaleza y del hombre. Su pelaje es similar a los de los bovinos y caprinos.

Atto (2007) dice que se adaptan bien a los ambientes tropicales, lo cual es importante para muchos países en vías de desarrollo, donde estas son las principales, sino las únicas, las ovejas. Se estima su número entre 7 al 10% e la población ovina mundial que llega a 1.1 mil millones.

Los productos principales de estas ovejas son: animales para la venta, la carne para el consumo familiar y los cueros. Su introducción en el Perú ha concitado interés dadas sus características de adaptación (Vázquez, et al; 2011).

6.2.8 Requerimientos nutricionales de los corderos u ovejas de pelo

Sus requerimientos varían según la edad y el sistema de producción, e inclusive el nivel de actividad que dichos animales tienen.

Al respecto, Vázquez, et al (2011), expone que en el caso de un sistema intensivo y en la etapa de engorde con niveles de: 14.11 % de proteína y 2.60-2.80 Mcal de energía metabolizable, se pueden obtener muy buenas ganancias de peso; sin embargo, en la especie ovina los requerimientos que la NRC sugiere según la edad y etapa fisiológica son los siguientes:

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de los ovinos

Etapas	Peso vivo	Ganancia de peso	Consumo de materia seca	% de peso	MS	TDN	ED	EM	Proteína cruda	Calcio	Fósforo
	Kg.	G/día	Kg/día		Kg/día		Mcal/día	Mcal/día	g/día	g/día	g/día
Mantenimiento	60	10	1.1		1.8	0.61	2.7	2.2	104	2.3	2.1
Inicio de gestación (1ª 15 semanas)	60	135	1.6		2.7	0.94	4.1	3.4	161	5.5	3.4
Final de gestación (últimas 4 semanas)	60	160	1.7		2.8	1.07	4.7	3.9	192	6.6	3.8
1ra 6-8 semanas lactancia	60	-100	2.5		4.2	1.72	7.6	6.2	336	9.0	6.4
Destete muy temprano	10	200	0.55		5.0	0.4	2.1	1.7	157	4.9	2.2
Destete temprano	22	200	1.2		6.0	0.92	4.0	3.0	205	6.5	2.9
Destete normal	30	300	1.3		4.3	1.0	4.4	3.6	191	6.7	3.2
Crecimiento	40	400	1.5		3.8	1.14	5.0	4.1	234	8.6	4.3
Desarrollo	50	425	1.7		3.4	1.29	5.7	4.7	240	9.4	4.8
Finalización	>60	350	1.7		3.7	1.29	5.7	4.7	240	8.2	4.5
Semental	80	290	2.8		3.5	1.8	7.8	6.4	268	8.5	4.6

Fuente: Paulino 2007, (adaptado de nutrients requirements of sheep. NRC)

6.2.9 Sistemas de producción

Los ovinos de pelo o corderos de pelo como comúnmente se les llama se manejan en la mayoría de los casos bajo un sistema extensivo, sin poder por lo tanto aprovechar al máximo su potencial; sin embargo, en la actualidad dicha actividad productiva está cobrando mayor importancia y cada día existen más productores que explotan sus animales bajo un sistema intensivo, con muy buenos resultados.

Macedo y Castellanos (2004), evaluaron la implementación de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico con el objeto de medir la rentabilidad de la cría y engorda intensiva de corderos de la raza Pelibuey canelo, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 3. Costo de engorda de un cordero en un periodo de 85 días bajo un sistema intensivo.

Concepto	Unidades diarias	Unidades totales	Costo unitario Q	Costo total Q	%
Costo de cordero		1	119.5	119.5	50.12
Alimento (Kg)	1.2	102	1	102	42.69
Vacunación (dosis)		1	2.2	2.2	0.92
Control de endoparásitos (ml)		1.7	0.29	0.49	0.21
Vitalización (ml)		1	1.25	1.25	0.52
Mano de obra (jornal)	0.003	0.27	37.5	10.12	4.24
Financiamiento (Q)				3.1	1.30
				238.66	100

Fuente: Macedo y Castellanos 2004.

6.3 Inconvenientes en la alimentación de los rumiantes

Para Sánchez (2004), el bajo potencial alimenticio de los forrajes tropicales, especialmente en la época seca determina la necesidad de ofrecer a los animales una suplementación nutricional de elementos energéticos proteicos y minerales, con propósito de que los mismos logren una mayor productividad.

6.4 Presentaciones de alimentos para ovinos

Haciendo eficiente el uso de insumos disponibles, de acuerdo a las necesidades requeridas en los diferentes estados fisiológicos de la crianza de ovinos, para el cual se divide en dos clases las cuales son alimentos acuosos (materia verde), en este grupo entran los pastos naturales y forrajes verdes (gramíneas y leguminosas), conservación de forrajes (ensilajes) y tubérculos (yuca, nabo forrajero y rábanos), para la segunda clase de alimentos lo conforman los alimentos secos (materia seca), los cuales son los pastos naturales, forraje heno y concentrados (Paulino, 2007).

6.4.1 Composición de los alimentos utilizados en la producción ovina

Los valores de composición de alimentos que se presentan a continuación son válidos para alimentación de rumiantes, pudiendo ser utilizados tanto para ovinos, caprinos y bovinos (Paulino, 2007).

6.4.1.1 Alimentos energéticos

Son definidos como aquellos recursos que poseen un contenido de fibra cruda (FC) inferior a 18% y menos de 20% de proteína cruda (PC) en base a materia seca (MS) y una alta cantidad de energía. La mayoría de ellos son de origen vegetal. Ejemplos: maíz, cebada, trigo, centeno, avena, ballicas, entre otros (Izquierdo, 2001).

6.4.1.2 Granos de cereales

Son la fuente de energía más económica, y suministran proteínas y vitaminas del grupo B. Su preferencia como fuente alimenticia en la producción animal se debe a su capacidad de adaptación a una extensa variedad de suelos, condiciones climáticas y su relativa facilidad de cultivo. Los cereales más importantes utilizados en la producción animal son el maíz, la avena, la cebada y el triticale (Izquierdo, 2001).

6.4.1.3 Alimentos proteicos

Incluye los recursos que poseen menos de 18% de fibra cruda (FC) y más de 20% de proteína cruda (PC) pudiendo clasificarse de acuerdo a su origen en vegetal y animal. Estos recursos se utilizan principalmente para corregir deficiencias nutritivas de otros ingredientes de la ración. Ejemplos: alfalfa, tréboles, lupinos, raps y nabos (Izquierdo, 2001).

6.4.1.4 Subproductos agroindustriales

Incluye aquellos alimentos que no poseen alta concentración energética ni proteica, teniendo muchas veces más de 18% de fibra cruda (FC). Estos recursos son útiles a pesar de su bajo valor nutricional debido a que pueden ser utilizados en la alimentación de ganado con requerimientos más bajos, pudiendo destinarse aquellos de mayor

calidad a los animales con mayores índices productivos. Ejemplos: coseta, cosetan, afrecho de trigo y barrido de semillas (Izquierdo, 2001).

6.4.1.5 Concentrados

Son alimentos de naturaleza no voluminosa con una alta cantidad de un determinado nutriente, ya sea energía o proteína, los cuales son muy variados en su origen, composición y disponibilidad. Los alimentos concentrados aumentan la calidad nutritiva de las raciones, obteniéndose una mejor utilización de la ración en base a alimentos voluminosos, incorporando más nutrientes al animal y equilibrando la relación energía/proteína de la ración, permitiendo aumentar la producción animal (Izquierdo, 2001).

6.5 Hidroponía de maíz

El maíz es un "pienso" o forraje vivo que se utiliza para alimentar animales de granja y que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento temprano de las plántulas, que pueden ser gramíneas o cereales (Izquierdo, 2001).

La técnica de cultivo, por supuesto, se basa en la producción sobre sustratos que no sean tierra y se hace preferiblemente en invernaderos que permiten su producción incluso en épocas de sequía u otras condiciones climáticas adversas, para no detener, ni depender la alimentación de los animales, de las variaciones estacionales y poder mantener el engorde de los animales para producción de carnes e incluso de leche (Izquierdo, 2001). Son los nuevos métodos de agricultura como la hidroponía y la agricultura vertical.

Se muestran como herramientas ideales para intentar solucionar el problema de la destrucción de los suelos y descuido del medio ambiente y la falta de alimentos, que en las próximas décadas cobrará mayor dramatismo, ya que el crecimiento de la población mundial no se detiene (Izquierdo, 2001).

Cuadro 4. Valor nutricional del FVH de maíz cosechado a los 14 días

Variable	Unidad	Rango
Proteína cruda	%	13-16
Energía bruta	Mcal/Kg MS	3.8 -4.2
Energía metabolizable	Mcal/Kg MS	2.4-2.6
Fibra detergente acida	%	26-32
Lignina	%	6.2-7.0
Celulosa	%	20-24
Materia seca	%	12-18
Cenizas	%	6.6-7.2
Digestibilidad de materia seca	%	64-68

Fuente: Izquierdo, 2001.

6.5.1 Efecto de la hidroponía sobre el animal

Izquierdo J. (2001) afirman que el FVH ofrece el aporte de complejos vitamínicos necesarios, no ocasionan trastornos digestivos y proporcionan un alto contenido proteico que presenta en las hojas y planta entera (33,5 y 19,4%, respectivamente).

Cuadro 5. Requerimientos minerales por rumiantes y composición mineral del forraje verde hidropónico de maíz (en base a MS).

Mineral	Requerimiento de rumiantes (%)	FVH (%)
Calcio	0.15-0.	0.18
Magnesio	0.12-0.	0.26
Potasio	0.50-1.	0.82
Sodio	0.07-0.20	0.26
Fósforo	0.13-0.26 (ppm)	0.34 (ppm)
Hierro	40-50	79
Zinc	30-50	48
Cobre	5-20	15

Fuente: Izquierdo, 2001.

6.5.2 Ventajas de la hidroponía

- ❖ Producción programada de acuerdo a sus necesidades;
- ❖ Reemplazo de los suplementos alimenticios (piensos compuestos, heno, ensilado, etc.);
- ❖ Alta digestibilidad y calidades nutricionales, excepcionalmente apto para la alimentación animal;
- ❖ Se puede producir en cualquier clima y época del año, con un ahorro significativo de agua, recurso cada vez más limitante y clave en nuestro desarrollo productivo;
- ❖ Aumento de la producción de leche y carne. Al sustituir parte de la ración por FVH en vacas lecheras, produce un aumento en el volumen de leche entre el 12 y el 20 % (tenemos pruebas de hasta 37/40% de aumento de producción);
- ❖ Bajos costes de producción;
- ❖ Permite la semiestabulación y la estabulación del ganado;
- ❖ Alta producción en espacios reducidos;
- ❖ Baja mano de obra para su manejo;
- ❖ Muy apetecible por los animales y contiene enzimas digestivas que ayudan a una mejor asimilación del resto de la ración. Tiene un efecto de ensalivación por parte del animal que le permite digerir con mayor facilidad el resto del alimento;
- ❖ Bajo en contaminantes para los animales, al estar producido en atmósfera controlada;
- ❖ Alto contenido en proteína y aporta gran cantidad de vitaminas al animal, como por ejemplo: Vitamina E; Complejo B, el FVH es generador de las vitaminas esenciales como la Vitamina A y la Vitamina C, por tener una alta cantidad de carotenos;
- ❖ El FVH provoca un aumento de la fertilidad en los animales. Suministrando este alimento el período de “vientre vacío” en vacas, pasa de 4-5 meses a poco más de 2 meses. Esto es por el aumento en el consumo de Vitamina E originado por el FVH;
- ❖ Soluciona un problema muy común entre los ganaderos como es la consecución de proteína y el elevado costo en el mercado de los suplementos alimenticios, que se evita con la producción de forraje verde hidropónico (Izquierdo, 2001).

6.5.3 Factores que afectan el consumo de la hidroponía

La única desventaja que presenta el FVH es el bajo contenido de fibra, por este motivo se recomienda como suplemento alimenticio y no como dieta completa para alimentar los animales (Izquierdo, 2001).

6.5.4 Componentes de la hidroponía

El maíz (*Zea mays*) es una planta anual, robusta, con tallos que crecen entre 1.5 y 5m de altura y hojas alargadas que pueden llegar a medir 1.5m de largo (Santillán, 1997). Es un cultivo que responde en buena forma a la fertilización y al riego (Flores 1975). Tiene un alto porcentaje de germinación siempre y cuando la semilla sea de buena calidad, certificada o seleccionada. Es un excelente forraje, que puede ser ofrecido a los animales como forraje fresco, ensilaje en forma de rastrojo. La planta es rica en carbohidratos y baja en proteína. El grano de maíz comercial tiene 9.3% de proteína cruda, 84.6% de MS y 3.34 Mcal/Kg (Hazard, 2004).

6.5.5 Proceso de la elaboración de hidroponía

Demostrar que los cultivos hidropónicos, son una forma de agricultura, mas sencilla, de fácil manejo, mayor producción, ya que esta produce todo el año, son de beneficio económico y personal (Izquierdo, 2001).

Y también incentivar a todo productor que este método produce el cuidado del medio ambiente y da el equilibrio ecológico (Izquierdo, 2001). Componentes del proceso de cultivo de forraje verde hidropónico:

- Selección de semillas
- Lavado y germinación
- Trasplante a las bandejas de producción
- Riego
- Uso final del producto para alimentación de ganado

Una vez que se han seleccionado semillas que sabemos tienen frescura (por el método antes descrito), se deben lavar las semillas con una solución de hipoclorito de

sodio al 1% (lejía 10cc en un litro de agua). Se hace de 30 segundos a de tres minutos máximo. Esto asegura que no haya patógenos en los cultivos (hongos o bacterias). No hay riesgo de inactivar las semillas.

Se deben luego lavar las semillas con agua limpia para eliminar los restos de cloro.

Luego, se deben colocar las semillas en bolsas de tela que no sea impermeable y se deben colocar en remojo durante 12 horas, luego se deben dejar airear por 2 horas. Esto asegura que las semillas tengan suficiente oxígeno y humedad. Al terminar las 2 horas de estar al aire se deben colocar nuevamente en la bolsa y remojar 12 horas más para luego airearlas dos horas más (Izquierdo, 2001).

- 12 horas de remojo (1litro de agua por kilo de semilla)
- 2 horas al aire
- 12 horas más de remojo
- 2 horas más al aire

Este proceso se llama pre-germinación y asegura la estimulación de la semilla a que germine de forma rápida y fuerte (Izquierdo, 2001).

Después de la pregerminación, se debe hacer la verdadera germinación, que se realiza en bandejas de plástico o en bandejas de fibra de vidrio o en lo que usted quiera con tal que tenga amplia superficie, baja profundidad (10 cm) y pueda almacenar agua (Izquierdo, 2001).

Hay muchas técnicas de germinación de las semillas para el forraje verde hidropónico, pero la que más se ha comprobado que es costo efectiva es la siguiente:

- Se esparce una fina capa de semillas ya germinadas del mismo cereal que vamos a sembrar. (de 1 a 1,5 cm)
- Sobre esta capa se agregan las semillas recién salidas del proceso de pre-germinación con una densidad de 2,4 a 3,4 kilos de semillas por metro cuadrado, recordando no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja.
- Se cubren con periódicos que vamos a humedecer.

- Tapamos con plástico negro para proveer un ambiente sin luz que estimula a las plántulas a brotar (buscando luz por supuesto), además que así ahorramos agua.
- Riego: 6-9 veces, con aspersores, nebulizadores etc. Nunca por inundación para no crear estrés hídrico ni bajar la disponibilidad de oxígeno de las raíces. Las plantas literalmente se pueden "ahogar", solo con agua.
- A medida que se riegan y crecen las plántulas se pasa de 0,5 litros por metro cuadrado aumentando progresivamente hasta 1,5 litros por metro dependiendo de la especie.

Para cosechar el forraje verde hidropónico es idealmente a los 10 a 15 días de haber sembrado. El rendimiento varía entre 12 a 18 kilos de forraje por cada kilo de semillas. Los costos de producción en comparación con los alimentos procesados lo hacen atractivo (Maldonado *et al*, 2013).

6.5.6 Factores que afectan a la calidad del forraje hidropónico

El rango óptimo de pH para la solución nutritiva es 5.8-6.3. Los micro-nutrientes están más disponibles en un pH más bajo, pero cuando el pH se cae por debajo de 5.5, se corre el riesgo de toxicidad de los micro-nutrientes, así como problemas de disponibilidad del calcio y del magnesio. En cultivos hidropónicos, especialmente en sistemas cerrados, las raíces afectan el pH de la solución nutritiva, así que el pH tiende a moverse sobre las aguas (Sánchez, 2004).

6.6 Consumo de la hidroponía

Según Sánchez (2004), después del periodo de adaptación los animales deberían de ajustar el consumo alrededor de 1.2 - 1.3 Kg/día en ovinos; aun cuando los consumos puedan ser mayores, dependiendo de la raza y etapa de producción entre otros. Sin embargo, INIFAP (2004) reportan un consumo variable de FVH debido fundamentalmente a las condiciones controladas de manejo estabulado, registrándose consumos en ovinos de 300-400 g/animal/día, con requerimientos nutricionales de 598 g de MS, 90 g de PC, 4 g de Ca y 2.40 de P, utilizando afrechillo de trigo y concentrin (subproducto de la molienda húmeda del maíz) como dieta base.

6.7 Tamaño de la producción de hidroponía por bandeja

La charola cuenta con canales que ayudan a distribuir el riego uniformemente de una manera lenta dentro de la charola en superficies inclinadas, favoreciendo así la hidratación y crecimiento homogéneo en el cultivo, además del aumento en la fijación de la primera capa de semillas sin necesidad de agregar capas subsecuentes (Izquierdo, 2001).

De igual manera su diseño brinda una distribución óptima del peso, evitando que se flexione la charola, cuenta con las características de 53 cm de largo, 25 cm de ancho y 2.5 cms de alto, con un peso entre 4.5 -5.5 Kg de FVH (Izquierdo, 2001).

6.8 Uso y tolerancia del forraje verde hidropónico en rumiantes

El forraje verde hidropónico representa una alternativa de producción de alimento para ganado vacuno, caprino y ovino, ya que es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, de gran sanidad y producido muy rápidamente (9 a 15 días). En la práctica se germinan granos, semillas de cereales o de leguminosas, los cuales se hacen crecer bajo condiciones ambientales controladas como luz, temperatura y humedad, en ausencia de suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. El forraje verde hidropónico (FVH) es una técnica de producción de alimento para el ganado que utiliza entre 30 y 50 veces menos agua para producir los mismos rendimientos que las especies forrajeras cultivadas en suelo, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos (Maldonado *et al*; 2013).

Maldonado *et al*; (2013) indican que los síntomas de intoxicación pueden ocurrir a concentraciones de NO_3 de 7,000 mg por Kg con base en materia seca. Este valor es mucho mayor que el indicado por; quienes mencionan que a niveles de NO_3 de 700 mg por Kg pueden presentarse síntomas de toxicidad, y que concentraciones del orden de 2,200 mg por Kg pueden ser fatales para los rumiantes. Menciona que el consumo rápido de forrajes con altas concentraciones de nitrato es un factor crítico en cualquier

animal. Los rumiantes pueden tolerar raciones que contienen cantidades apreciables de nitrato debido a que los microorganismos del rumen tienen la capacidad de reducir el nitrato a amonio, el cual es mejor utilizado.

6.9 Consumo de fibra cruda en ovinos

Para Sanchez (2004), el consumo de fibra cruda en borregos Texel castrados, adultos y de 60 kg de peso se presenta un consumo de un 25 % en base seca, para animales de 22 kg sería un consumo de 3.3 Kg de fibra/día.

6.10 Recomendación del uso de forraje verde hidropónico de maíz

Izquierdo (2001), recomienda suministrar en borregos para engorda 3 Kg, de FVH de maíz. Para el caso de un borrego pelibuey de un peso promedio de 20 Kg, consume aproximadamente 1.68 Kg/MS de forraje verde hidropónico de maíz, lo cual representa un 8.4% de consumo en base a su peso vivo, el cual es en un tiempo mas reducido a comparación del engorde a base de concentrados.

6.11 Heno de pangola (*Digitaria decumbens*)

La pangola es un pasto estolonífero, vigorosa, de porte semierecto, que cubre densamente el suelo. Alcanza los 100 cm de altura. Presenta hojas lineales, de entre 7 y 9 mm de ancho, lisas por ambas caras, con la vaina ovalada y ligeramente pubescente. La lígula es membranosa, de cerca de 3 mm de largo. Presenta una inflorescencia en espiga al extremo de un largo pedúnculo, formada por espículas glabras de flores estériles (Paulino, 2007).

Nativa de clima tropical, tolera bien los regímenes subtropicales en condiciones moderadas de lluvia, con más de 800 mm anuales. Se cultiva entre el nivel del mar hasta los 2.000 msnm, aunque el rendimiento es muy inferior por encima de los 1.200 msnm. Es susceptible a las heladas (Paulino, 2007).

Crece en varios tipos de suelos, desde arenosos hasta arcilloso-pesados, prefiriendo los franco arcillosos y franco arenosos bien drenados. Tolerancia mal el exceso de

humedad y si bien soporta cortos períodos de inundación el anegamiento prolongado la ahoga. Es marcadamente acidófila, y bastante exigente en cobre (Paulino, 2007).

Cuadro 6. Composición nutricional del Heno de Pangola (*Digitaria decumbens*)

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	88,00
NDT	%	48,11
Energía digestible	Mcal/Kg	2.12
Energía metabolizable	Mcal/Kg	1.73
Proteína (TCO)	%	6,75
Calcio (TCO)	%	0,32
Fósforo total (TCO)	%	0,25
Grasa (TCO)	%	1,76
Ceniza (TCO)	%	X
Fibra (TCO)	%	33,93

Fuente: Paulino, J. 2007.

VII. MARCO REFERENCIAL

7.1 Localización clima y zona de vida

La investigación se realizó en época de verano, en el departamento de Chimaltenango, la cual se encuentra a 55 kilómetros de distancia de la ciudad capital por la carretera CA-1, dentro de la cabecera departamental. El sitio de la investigación, se encuentra en una zona de vida clasificada como bosque humedo subtropical templado, a una altura de 1800.17 msnm, con una precipitación pluvial de 1587.7 milímetros anuales. Se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas, 14⁰39'38" latitud norte, y 90⁰49'10" longitud oeste (De la Cruz, 1982).

7.2 Instalaciones y equipo

Los corrales contarán con una medida de 4 m de largo y 3 m de ancho, colocando los apartados en un costado de la construcción de cada corral, mismo donde se colocó una puerta de 0.80 m por cada apartado, también se elaboró un vivero de producción de FVH con medidas de 3 x 3 m, circulada de cedazo y saran.

Los animales fueron alojados en cuatro corrales con 4 apartados individuales cada uno para un total de 16 espacios, con piso de tierra y techo de lámina, cada animal dispuso de un area de 1.2 m² y un espacio de comedero de 0.80 m, mientras que el bebedero lo constituyó un recipiente plástico colocado de manera individual.

Los apartados fueron divididos con tres duelas de madera de 1.50 m de largo, cada apartado obtuvo un ancho de 0.80 m, con un comedero del mismo largo con 0.40 m de ancho, la estructura para el techo sera construida con postes de madera de 4" x 4" con un largo de 2.85 m, las vigas seran de 3" x 3" con 13' de largo, al igual que cada lamina cubrira 10' de largo y 0.80 m de ancho.

VIII. MARCO METODOLÓGICO

8.1 Ubicación

La granja pecuaria "Los Tinos" donde se realizó el experimento, del municipio Chimaltenango de la cabecera departamental de Chimaltenango.

8.2 Animales

Se utilizaron 16 ovinos de pelo machos castrados de raza Katadin, con un peso promedio de 14 a 15 Kg. de peso vivo y con una edad comprendida entre los 70 - 90 días.

8.3 Análisis bromatológico

Se recolectaron muestras del material ofrecido, tanto del balanceado comercial, como el forraje verde hidropónico; en cuanto a la materia seca (MS), se calculo mediante la técnica de deshidratación en un horno de aire forzado a 60 °C durante 48 a 72 horas según el tipo de muestra. La proteína cruda (PC) por el metodo Micro Kjendhal.

La fibra ácido detergente (FAD) por la técnica desarrollada por Van Soest y Robertson, el total de nutrientes digestibles (TND) y la energía digestible (ED) por medio de las siguientes ecuaciones: $TND = 93.59 - (FAD * 0.936)$ y $ED = (TND * 4.409) / 100$ y finalmente para convertir la energía digestible a metabolizable; $EM = ED * 0.82$ desarrolladas en Penn State University.

8.4 Manejo del experimento

8.4.1 Materiales y equipo

En cuanto al manejo de los animales se utilizaron comederos, bebederos y balanza para pesaje de alimento, así también en los alimentos se utilizo como principal producto el forraje verde hidropónico, heno y también un balanceado comercial, en cuanto a la producción de Forraje Hidropónico, la producción se realizo dentro de un vivero para condiciones controladas dentro del mismo se encontraban estantes donde se colocaban las bandejas con semilla de maíz.

8.4.2 Período de adaptación

Se contempló un período de adaptación de 15 días, para adaptar a los animales al consumo del forraje verde hidropónico (FVH) y al consumo del balanceado.

8.4.3 Fase pre-experimental

8.4.3.1 Manejo de animales

Previo al inicio de la fase experimental se identificó cada animal mediante un arete en el cual se anotó a el tratamiento al que pertenece, esto se realizó aleatoriamente y se le colocó un número asignado al azar, también se desparasitó con Albendazol 2 cm³/animal por vía oral y se le administró vitamina B12 en dosis de 5 cm³ por ovino y se aplicó vacuna contra *Bacillus anthracis* en dosis de 2 ml, repitiéndose la desparasitación a los 15 días. El suministro de la dieta base, lo constituyó el balanceado comercial más heno de pangola *Digitaria decumbens*, se administró con base a los consumos diarios que la literatura reporta para los ovinos de pelo (5.4 % de MS de su peso vivo) y henoificado para facilitar el suministro, y lograr un mejor aprovechamiento pesando lo ofrecido en dos suministros (a las 8 y 14 horas) y lo rechazado (al siguiente día). En el caso de las bandejas de FVH, se ofrecieron en adición a la dieta base en un 40, 50 y 60%, pesándose cada día para determinar consumo/animal/día. Es importante aclarar que el FVH utilizado en esta fase, contiene el mismo proceso que el que se utilizó en la fase experimental.

8.4.3.2 Cultivo FVH

La elaboración de FVH inició con la prueba de germinación donde se colocó 2.72 Kg. de semilla en un recipiente con capacidad de 20 litros, con 10 litros de agua, para obtener al final 3.63 Kg. de semilla para cuatro bandejas, del cual 0.90 Kg ocupa cada una de las bandejas producidas diarias, la semilla ya clasificada entra en un período de lavado con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10ml en un litro de agua) por un minuto, luego se lava la semilla con agua dos veces para eliminar el cloro, después se colocaron las semillas en un recipiente con agua durante 12 horas (1 litro de agua por 0.27 Kg. de semilla), luego se dejaron airear por 30 minutos, luego para la germinación

se colocaron en las bandejas con una inclinación de un 1%, con agujeros en el extremo inferior, donde pueda almacenar agua pero que no se acumule o inunde, después se cubre con papel periódico para evitar la luz durante 5 días y estimular el brote de las plántulas, luego solamente quedó el riego de 6-9 veces diarias, dependiendo del día de vida, con una bomba aspersora incorporando 600 mililitros por bandeja.

Previo a la fase experimental se concreto la producción de 18.45 bandejas para el consumo durante la fase experimental como complemento al balanceado comercial y heno.

8.4.3.3 Análisis bromatológico de materia prima, dieta base y forraje verde hidropónico de maíz

Con el objetivo de conocer el contenido nutricional de los alimentos ofrecidos, se realizó un análisis bromatológico en el laboratorio del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), (Anexo 1).

Luego de que la materia prima y el forraje verde hidropónico utilizados en la investigación fueron sometidos al análisis bromatológico, que incluye la determinación de materia seca, proteína cruda, fibra ácido detergente y calculos del total de nutrientes digestibles, y energía metabolizable, se obtuvieron resultados en cuanto a materia seca de 19.51% para Hidroponía de maíz utilizado a los 15 días de germinación.

8.5 Fase experimental

Dentro de esta fase se consumieron 8.40 qq de balanceado comercial, en el estudio general por 60 días, consumieron un 5.4 % de MS de su peso vivo por lo cual se tomo en cuenta el peso obtenido semanalmente para poder obtener el dato exacto del consumo que requiere por cada animal en cuanto a su peso vivo.

El aporte de materia seca para el tratamiento A es de un 50 % heno de pangola *Digitaria decumbens*, lo que equivale a 0.38 Kg/MS promedio al día por unidad

experimental con un peso promedio de 14.0 Kg más un 50 % de la ración con balanceado comercial consumiendo 0.38 Kg/MS, para el tratamiento B se alimento con 0.38 Kg/MS de balanceado comercial más 0.38 Kg/MS de heno, en cuanto al 40% de FVH proporciono 0.30 Kg/MS por unidad experimental promedio, en el tratamiento C alimento con 0.38 Kg/MS de balanceado comercial más 0.38 Kg/MS de heno, en cuanto al 50% de FVH se incorporo 0.38 Kg/MS por unidad experimental, el cuarto tratamiento se alimento con 0.38 Kg/MS de balanceado comercial con un 16 % de proteína cruda , EM 2.55 Mcal/Kg y un 7 % de fibra cruda, el FVH se administro en un 60% siendo este 0.45 Kg/MS por unidad experimental mas 0.38 Kg/MS de heno de pangola.

La alimentación se proporciono en dos jornadas para la primera alimentación fue en un 100% de la ración de forraje verde hidropónico, para los tres tratamientos con diferentes porcentajes de FVH balanceado, en la segunda alimentación fue de 100% de balanceado comercial mas heno, para los tratamientos, no así el tratamiento testigo el cual se alimento en la mañana con un 50% de balanceado comercial y un 50% restante con heno de pangola *Digitaria decumbens* por la tarde para la ración, esto se proporciono de esta manera por la evaluación del forraje verde hidropónico, el cual fue el alimento a investigar para el engorde de ovinos machos bajo un sistema intensivo.

Los animales fueron pesados al iniciar esta fase y posteriormente cada siete días con un previo ayuno de 14 horas para determinar la ganancia de peso. El consumo de alimento, se obtuvo pesando la ración de alimento que les fue suministrado y se le resta el alimento que fue rechazado. El suministro de agua fue a libre acceso, para cada uno de los animales. Cada unidad experimental estuvo constituida por un cordero. La determinación del consumo de materia seca se realizó con base al consumo de los porcentajes de FVH y el consumo del balanceado, expresado en Kg. de MS, en un período de 60 días de investigación.

8.6 Tratamientos

Los tratamientos a evaluar fueron tres y un testigo, comprendidos por la dieta base que está compuesta por un balanceado mas heno y el FVH elaborado a base de maíz como suplemento.

- TA = Testigo Heno de pangola + balanceado
- TB = 40 % de FVH en base al consumo de MS
- TC = 50 % de FVH en base al consumo de MS
- TD = 60 % de FVH en base al consumo de MS

8.7 Variables medidas

- Peso inicial de los ovinos (Kg)
- Peso final de los ovinos (Kg)
- Consumo de alimento (Kg/animal/día)
- Altura a la cruz (cm)
- Contenido de MS (%)
- Contenido de PC (%)
- Contenido de Fibra Ácido Detergente (%)
- Contenido de Energía (%)

8.8 Variables evaluadas

- Consumo de alimento (Kg/MS/día)
- Ganancia de peso diario (g/animal/día)
- Conversión alimenticia

8.9 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, formando un total de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para cada bloque, donde cada unidad experimental la constituyó un cordero de 90 a 100 días con un peso promedio de 14 a 15 Kg.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta obtenidas en la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos

B_j = Efecto del bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

$i = 1, 2, 3, 4$ (tratamientos)

$j = 1, 2, 3, 4$ (repeticiones)

Los datos que se obtuvieron fueron analizados a través del Análisis de Varianza del diseño indicado haciendo uso del paquete estadístico the SAS System Statistical Analysis (Versión 8), realizando una prueba de medias por método Tukey.

8.10 Análisis financiero

El análisis financiero se trabajó con base a un presupuesto parcial, considerando los costos de adquisición de los diversos insumos de cada tratamiento, incluyendo la construcción de las bandejas de FVH como tal; mediante un análisis de relación beneficio/costo.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Variables evaluadas

En el cuadro 7, se muestran los resultados obtenidos para las variables consumo de alimento, ganancia de peso promedio y la conversión alimenticia (Figura 1A).

Cuadro 7. Efecto de la adición de forraje verde hidropónico, sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en ovinos de pelo.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
Consumo de alimento (Kg MS/día)	0.90 a	1.32 b	1.50 bc	1.57 c
Ganancia de peso promedio (Kg/animal/día)	0.047 a	0.075 b	0.087 b	0.091 b
Conversión alimenticia (Kg alimento/Kg ganancia de peso)	18.78 a	17.60 a	17.14 a	17.13 a

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

9.1.1 Consumo de alimento (Kg MS/día)

De acuerdo a lo presentado en el cuadro 7, se puede observar que el análisis estadístico que se realizó para la variable consumo de alimento, si detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), figura 2A.

Es decir que la utilización de forraje verde hidropónico en la alimentación de ovinos de pelo mas balanceado comercial y heno de pangola (*Digitaria decumbens*), mejora el consumo de materia seca donde los tratamientos C y D con mayor porcentaje significativo de adición de (FVH) fueron los de mayor consumo de materia seca, debido al cambio de la dieta ya que se notaba que la presencia de forraje verde hidropónico hacia mas palatable la dieta, de esa cuenta los datos obtenidos en cada uno de los

tratamientos fue de 1.50 Kg/MS y 1.57 KgMS/animal/día para los tratamientos C y D, respectivamente.

Esto puede deberse a que la calidad nutricional del FVH que es superior a la usada en otros alimentos proporcionados en nuestra región, en donde se ha utilizado heno de gramíneas en etapa de post-floración, por lo que se cree que a medida que disminuye la calidad nutricional de la dieta base (balanceado y forraje henificado), aumenta el consumo del forraje verde hidropónico, y se establece un consumo adecuado de materia seca.

Los resultados en este trabajo nos muestran un consumo promedio de 1.32 Kg MS/animal/día. (Figura 2A). Por otra parte si se expresa según el peso individual promedio de cada cordero (15 Kg), obtendríamos un consumo de 0.85 Kg de materia seca/animal, esto representa un consumo de 5.40 % en base a peso vivo.

Al respecto Pérez, García, Alborez, Sosa y León (1990) indican que obtuvieron consumos de 0.8-1.3 Kg de MS en ovinos de pelo con pesos de 20-25 Kg, respectivamente, por lo tanto los resultados de esta investigación similares con las investigaciones a las que se hace referencia.

9.1.2 Ganancia de peso diario (Kg/animal/día)

El análisis de varianza (Figura 3A) realizado para dicha variable detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Es decir que la adición de tres niveles de forraje verde hidropónico si tiene efecto sobre la ganancia de peso.

Esto se debe a que en los tres tratamientos con adición de forraje verde hidropónico que alcanzaban los requerimientos nutricionales de los animales y que cada uno gano peso de acuerdo a su porcentaje de adición de forraje verde hidropónico, el cual en todos los casos era en base a sus requerimientos, pero por ser adición si se observó que es directamente proporcional ya que a mas alta la adición de forraje hidropónico mas es la ganancia de peso vivo.

Los resultados de ganancia diaria de peso de este trabajo se muestran en el cuadro 7, siendo la ganancia máxima 0.091 Kg/día en ovinos de pelo de 15.18 Kg de peso vivo, la cual corresponde al tratamiento D, y una ganancia promedio en la investigación de 0.075 Kg/día (Figura 3A). Estos resultados también pudieron ser afectados por el alto contenido de FAD de la dieta base (heno de pangola), ya que el alto contenido de Fibra Ácido Detergente afecta directamente la digestibilidad de los alimentos.

Robleto, Guerrero y Fariñas (1992) obtuvieron ganancias menores a las de este estudio al utilizar dos niveles bloques de melaza sobre la ganancia de peso de borregos criollos y lograr ganancias de 0.065 Kg/día en ovinos de 25 Kg PV. De igual manera por su parte Castro (1997) reportó ganancias menores a las obtenidas en este estudio, siendo la máxima de 0.037 Kg/día.

Morales Acevedo (2011) Obtuvo resultados de ganancia diaria de peso, siendo la ganancia máxima 0.07398 Kg/día en corderos de pelo de 20.05 kg de peso vivo y una ganancia promedio en la investigación de 0.07058 Kg/día, siendo estos datos similares a los obtenidos en la presente investigación.

9.1.3 Conversión alimenticia (Kg de alimento/ Kg ganancia de peso)

Después de realizado el análisis de varianza (Figura 4A), para la variable conversión alimenticia no se detecto diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

Ante tal situación, se puede mencionar que el comportamiento en relación a conversión alimenticia los tratamientos A, B, C y D tienen un comportamiento similar, mientras el tratamiento D reporta la mejor conversión alimenticia siendo esta de 17.21 Kg alimento/Kg peso vivo, y la conversión mas alta la obtuvo el tratamiento A con 19.57 Kg alimento/Kg peso vivo sin adición de forraje verde hidropónico.

La tendencia de la conversión alimenticia en la adición de FVH en proporciones de 40, 50 y 60% presenta una mejora en el orden ascendente hasta el 60% de adición y se nota que la misma empieza a presentar resultados eficientemente similares en las tres adiciones, esto se puede derivar que el animal ya no utilice de la mejor manera adiciones mayores al nivel de 60% en la etapa de desarrollo.

A pesar de tratarse de una adición cubriendo todos los requerimientos nutricionales en el presente estudio, la conversión alimenticia del tratamiento D con la adición de un 60% de forraje verde hidropónico presenta el mejor dato de 17.21 Kg alimento/Kg peso vivo, la cual comparada con otros estudios se nota un comportamiento similar a los datos obtenidos en otras investigaciones.

Castro (1997) reportó conversiones de 20.56 y 22.08 Kg de MS/ Kg de ganancia en ovinos con peso vivo de 21.8 Kg alimentados con una dieta base de heno de pasto Angleton *Dichantium aristatum* Benth y suplementados con bloques multinutricionales elaborados con harina de algodón y harina de Madre Cacao. resultados que son mejores con los que reporta este estudio, por la diferencia de materias primas que se utilizaron.

Por su parte Pensamiento (1999) reporta valores de conversión alimenticia entre los rangos de 9.14 – 12.93 en ovinos de 21.87 Kg de PV los cuales recibieron una dieta base de heno de pasto Kikuyú *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov y bloques multinutricionales elaborados con diferentes porcentajes de melaza y harina de madre cacao, siendo estos datos mejores en este aspecto en los encontrados en el presente estudio.

9.3 Análisis financiero

En el cuadro 8 se presentan los resultados del análisis financiero. En donde podemos observar que el tratamiento C, es el que presenta mejores resultados ya que los beneficios brutos fueron superiores a los que obtuvieron los otros tratamientos.

Así el beneficio neto el cual el tratamiento A, lo obtuvo sin pérdida por tratarse del consumo de la dieta base el cual es el heno de pangola, esto indica que a más

porcentaje de FVH adherido mas incrementan los costos, por el rendimiento que presento por bandeja producida, no así el tratamiento C que presenta un mayor beneficio bruto.

Cuadro 8. Costos parciales del engorde de ovinos de pelo con tres niveles de forraje verde hidropónico.

RUBRO	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
Ganancia de peso promedio (Kg)	2.87	4.50	5.25	5.50
Precio del Kg en pie (Q)	33	33	33	33
BENEFICIO BRUTO	94.71	148.50	173.25	181.50
Promedio de heno pangola consumido (Kg)	18.31	19.80	21.36	21.54
Costo del Kg de heno (Q)	1.76.	1.76	1.76	1.76
Costo del consumo de heno (Q)	32.24	34.84	37.59	37.91
Promedio de FVH consumido (Kg)	0	5.82	7.62	9.01
Precio del Kg de FVH (Q)	1.70	1.70	1.70	1.70
Costo del consumo de FVH (Q)	0	9.89	12.95	15.31
Costo ABC	54.60	58.06	61.91	53.22
Total de costos que varían (Q)	86.84	102.79	112.45	106.44
Beneficio neto	7.87	45.71	60.08	75.06

Cuadro 9. Relación beneficio/costo del engorde de ovinos de pelo con tres niveles de forraje verde hidropónico de maíz

Tratamiento	A	B	C	D
Total costos	86.84	102.79	112.45	106.44
Beneficio bruto(Q)	94.71	148.50	173.25	181.50
Relación B/C	1.09	1.44	1.54	1.70

Una vez que se determinaron los beneficios netos para cada tratamiento, el siguiente paso lo constituyó un análisis de beneficio/costo. El cual se realizó ordenando los tratamientos de menor a mayor, basándose en los costos, incluyendo también los beneficios netos, de tal manera que el tratamiento que tenga un costo menor que los otros tratamientos y que su beneficio neto sea mayor se dice que es el mejor, de tal manera que el tratamiento D es el que más ingreso generó.

En la relación beneficio/costo los tratamientos presentaron los siguientes datos con un precio de Q 33.00 por kilogramo de peso de ovinos de pelo en pie.

9.4 Costos de producción del forraje verde hidropónico

Cuadro 10. Costo parcial para la producción de un kilogramo de forraje verde hidropónico con quince días de crecimiento.

Elementos	Cantidad	Costos unitario (Q)	Costo total (Q)
Semilla (Maíz)	1 Kg	2.86	2.86
Agua	9 litros	0.01	0.09
Cloro	1.51 ml	0.0034	0.0052
Personal	2.06 horas	5.20	10.72
TOTAL (Q) POR BANDEJA			13.67
TOTAL (Q) POR Kg DE FVH			1.70

En el cuadro 10, se muestra el costo total de Q 13.67 por bandeja producida en un período de quince días, para el cual un kilogramo de maíz germinado y desarrollado nos llega a rendir ocho kilogramos de forraje verde hidropónico este bajo rendimiento repercute en el análisis económico de los tratamientos, los cuales fueran diferentes si se se hubiera alcanzado el rendimiento reportado por Lima y Paredes (2010) que nos indica un rendimiento de 12 a 18 kilogramos de forraje verde hidropónico por un kilogramo de semilla, el rendimiento del FVH en la presente investigación se considera

que esta bajo, derivado posiblemente de las condiciones climaticas que se presentaron durante la fase de ejecución de la investigación, que estuvo marcado en época de bajas temperaturas y pocas horas luz.

En donde se reportó una humedad relativa de un 88% dentro del vivero de producción y un clima de seco promedio con 19.7 Cº, para los meses de diciembre 2016, enero, febrero y marzo 2017.

X. CONCLUSIONES

1. En base al consumo de materia seca y proteína cruda en los ovinos se encontraron diferencias significativas con la adición de forraje verde hidropónico siendo el tratamiento D con mayor consumo por animal/día.
2. Con la utilización de un nivel de un 60 % de adición de forraje verde hidropónico de maíz, mejora la ganancia de peso de ovinos alimentados con una dieta base de heno del pasto pangola *Digitaria decumbens* y balanceado comercial.
3. La conversión alimenticia en el tratamiento D (60 % de adición de FVH), en este estudio presento los mejores resultados, por lo que se considera un buen parámetro para adicionar debido al comportamiento de los tratamientos A, B y C, son similares entre ellos, estando estos en niveles mayores al tratamiento D.
4. El mayor porcentaje de proteína cruda se obtuvo del forraje verde hidropónico de maíz con un 12.78%, ante un 7.69% y 3.64%, obtenidos para el grano de maíz y heno de pangola, respectivamente.
5. El costo de producción del engorde de ovinos, se vio afectado por el bajo rendimiento de biomasa por bandeja del forraje verde hidropónico el cual se considera que fue afectado por la temperatura y el fotoperíodo, provocando que el costo de Kg de FVH fuera elevado y como consecuencia la evaluación económica sea baja en cuanto a beneficios netos.

XI. RECOMENDACIONES

- 1.** Debido a su alto aporte de proteína en el forraje verde hidropónico de maíz y bajo contenido de fibra se recomienda realizar investigaciones en dietas balanceadas en otras especies rumiantes y no rumiantes.
- 2.** En futuras investigaciones, evaluar el efecto de diferentes sustratos y niveles de fertilización nitrogenada en la producción de forraje verde hidropónico, para ser utilizado como parte de la dieta en alimentación animal.
- 3.** Debido al bajo rendimiento por Kg de semilla en función del clima (temperatura y fotoperíodo) se recomienda evaluar la producción de forraje verde hidropónico de maíz en diferente época y localidad.
- 4.** Para el engorde de ovinos se recomienda utilizar el forraje verde hidropónico en un 4% del peso vivo en materia seca, ya que esto mejora los parametros productivos de los mismos.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Atto Mendives, JA. 2007. Importancia de los ovinos tropicales introducidos al país: características productivas y reproductivas (en línea). *In* Reunión ALPA (20, 2007 Cusco, Perú); Reunión APPA (30, 2007, Cusco, Perú). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 15 (Supl. 1): 310 - 315. Consultado 5 ago. 2016. Disponible en www.bioline.org.br/pdf?la07068
- Castro Heredia, EM. 1997. Comparación de dos fuentes proteicas suministradas en bloques multinutricionales, en la suplementación de ovejas de pelo. Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. 36 p.
- De La Cruz, J. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 42 p.
- Hazard, S; Rojas, C; Hewstone, C. 2004. Comparación entre grano de maíz y trigo brotado en raciones de vacas paridas en otoño y que consumen ensilaje de maíz (en línea). *Agricultura Técnica* 64(1):25-33. Consultado 6 jul. 2016. Disponible en www.scielo.cl/scileo.php?pid=S0365-28072004000100003&script=sci_arttext
- Izquierdo, J. 2001. Forraje verde hidropónico: manual técnico (en línea). Santiago de Chile, FAO. 11 p. Consultado 14 jun. 2016. Disponible en <http://www.bioline.org.br/request?at04003>
- Lima Flores, JA; Paredes Ticomipa, SJ. 2010. Producción de ovinos: nutrición y alimentación de ovinos (en línea). Bolivia, Universidad Autónoma de El Alto. 22 diapositivas. Consultado 26 jun. 2016. Disponible en <http://es.slideshare.net/meropepito2009/alimentación-de-ovinos>

- Lucas Tron, J. 2011. Estrategias reproductivas para aumentar la producción de corderos (en línea). Mexico, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. p. 5-9. Consultado 28 jun. 2016. Disponible en http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/9_jdlt_estrategias_repro.pdf
- Macedo, R; Castellanos, Y. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico (en línea). Revista Avances en la Producción Agropecuaria 8 (3): 1-9. Consultado 27 jun. 2016. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/837/83708304.pdf>
- Maldonado Torres, R; Álvarez Sánchez, ME; Cristóbal Acevedo, D; Ríos Sánchez, E. 2013. Manual técnico: forraje verde hidropónico (en línea). Revista Chapingo Serie Horticultura 19 (2): 211-223. Consultado 5 ago. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60927902007>
- Morales Acevedo, PH. 2011. Evaluación del follaje de madre cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, follaje y fruto de caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como suplemento proteico en bloques multinutricionales y su efecto en corderos de pelo estabulados, Chiquimula, Guatemala. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 47 p.
- Nahara, F. 2006. Uso de alimentos alternativos en feedlot (en línea). Sitio argentino de producción animal. 13 p. Consultado 4 feb. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/40-alimentos_alternativos.pdf
- Paulino, J. 2007. Manejo y alimentación de ovinos (en línea). Santiago, República Dominicana, Engormix. Consultado 7 mar. 2016. Disponible en <http://www.engormix.com/MAovinos/articulos/manejo-alimentacion-ovinos-t1486/p0.htm>

- Pensamiento García, R. 1999. Combinación de forraje de madre cacao y de melaza en bloques multinutricionales como suplemento para corderos de pelo (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 36 p. Consultado 5 mar. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0806.pdf
- Pérez Luna, EJ; García Angel, MC; Albores Moreno, S; Sosa Rincón, R; León Velasco, H. 2011. Parámetros productivos de ovinos de pelo en un sistema de alimentación intensiva en la región central de Chiapas (en línea). Revista Que Hacer Científico en Chiapas 1(12): 7-13. Consultado 5 mar. 2016. Disponible en http://www.dgip.unach.mx/images/pdfREVISTAQUEHACERCIENTIFICO/QUEHACE R-CIENTIFICO-2011juldic/Parametros_productivos_de_ovinos_de_pelo.pdf
- Rios, L. 2005. Uso de morera (*Morus sp.*) y mata raton (*Gliricidia sepium*) como sustitutos del alimento concentrado para corderos en crecimiento (en línea). Zootecnia Tropical 23 (1): 49-60. Consultado 5 mar. 2016. Disponible en http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2301/arti/rios_l.htm
- Robleto, LA; Guerrero, AD; Fariñas, T. 1992. Comparación de dos niveles de urea en bloque de melaza sobre la ganancia de peso en borregos criollos (en línea). Livestock Research for Rural Development 4 (1). Consultado 1 mar. 2016. Disponible en <https://search.yahoo.com/search?ei=utf-8&fr=tightropetb&type=11745&p=Robleto%2C+Guerra+y+Fari%C3%B1as+%281992%29>
- Sánchez, MD. 2004. Potencial de las especies menores para los pequeños productores (en línea). Roma, FAO. 4 p. Consultado 5 mar. 2016. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/02_article03_es.pdf

Vázquez Soria, ET; Partida de la Peña, JA; Rubio Lozano, MS; Méndez Medina, D. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 2 (3): 247-258. Consultado 3 mar. 2016. Disponible en <http://www.ovinospuebla.org/fichas/rendimiento%20y%20caracteristica%20de%20la%20canal%20en%20corderos%20de%20pelo%20.pdf>



XIII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca en la evaluación del forraje verde hidropónico de maíz en ovinos de pelo estabulados.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculada	Prob>F
Modelo	1.20	6	0.20	16.35	0.0002
Tratamiento	1.09	3	0.36	29.50	0.0001
Bloque	0.12	3	0.04	3.21	0.0761
Error	0.11	9	0.01		
Total	1.31	15			

C.V. 8.40 %

Error: 0.0123 gl: 9

tratamiento Medias n E.E.

A	0.90	4	0.06	A
B	1.32	4	0.06	B
C	1.50	4	0.06	B C
D	1.57	4	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso en la evaluación del forraje verde hidropónico de maíz en ovinos de pelo estabulados.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculada	Prob>F
Modelo	5754.44	6	959.07	15.42	0.0003
Tratamiento	4664.92	3	1554.97	25.00	0.0001
Bloque	1089.52	3	363.17	5.84	0.0170
Error	559.76	9	62.20		
Total	6314.20	15			

C.V. 10.44 %

Error: 62.1956 gl: 9

tratamiento Medias n E.E.

A	47.92	4	3.94	A
B	75.00	4	3.94	B
C	87.50	4	3.94	B
D	91.67	4	3.94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en la evaluación del forraje verde hidropónico de maíz en ovinos de pelo estabulados.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculada	Prob>F
Modelo	137.01	6	22.84	5.69	0.0107
Tratamiento	13.47	3	4.49	1.12	0.3918
Bloque	123.55	3	41.18	10.26	0.0029
Error	36.13	9	4.01		
Total	173.14	15			

C.V. 11.13 %

Error: 4.0142 gl: 9

tratamiento Medias n E.E.

D	17.13	4	1.00	A
C	17.14	4	1.00	A
B	17.60	4	1.00	A
A	18.78	4	1.00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 4A. Tabla de requerimientos de consumos y valores nutricionales en ovinos de pelo, sometidos a investigación.

Trat.	peso prom.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA OVINOS DE PELO			APORTE DE REQUERIMIENTOS EN LA RACIÓN		
		MS (Kg/animal/ día)	PC (g/animal/ día)	ED (Mcal/Kg)	MS (Kg/animal/ día)	PC (g/animal/ día)	ED (Mcal/Kg)
T1	15.18	0.87	139.77	2.72	0,90	109.43	1,48
T2	15.56	0.87	139.77	2.72	1,32	168.67	1,90
T3	16.61	0.87	139.77	2.72	1,50	179.84	2,30
T4	16.55	0.87	139.77	2.72	1,57	180.95	2,41

Tabla 5A. Análisis bromatológico de Hidroponía en el departamento de chiquimula.

ALIMENTO	MS %	PC %	FAD %	TND %	EM Mcal/kg
Grano de maíz	90.8	7.69	2.21	91.53	3.30
Dieta base (Heno de pangola)	65.42	3.64	44.32	21.9	1.86
FVH de maíz *	28.2	18.5	22.17	28.86	2.57

FUENTE: Laboratorio de Bromatología CUNORI, 2015.

FVH = forraje verde hidropónico

*** = Follaje (Hojas y tallos tiernos).**

Tabla 6A. Análisis bromatológico de hidroponía de 15 y 21 días en el departamento de Chimaltenango.

ALIMENTO	MS %	PC %	FAD %	TND %	ED Mcal/kg
FVH de maíz 15 días *	19.51	12.78	11.07	77.46	3.42
FVH de maíz 21 días *	19.20	7.70	10.23	76.27	3.36

FUENTE: Laboratorio de Bromatología CUNORI, 2017.

FVH = forraje verde hidropónico

*** = Follaje (Hojas y tallos tiernos).**

Tabla 7A. Aporte de la dieta a corderos de pelo, sometidos a investigación en términos de materia seca(MS), proteína(PC) y energía metabolizable(Mcal).

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
Peso promedio del animal (Kg)	15.18	15.56	16.61	16.55
Proteína g/animal/día (aporte de dieta base)	109.43	116.36	124.07	124.84
Proteína g/animal/día (aporte del FVH)	0	52.30	55.76	56.11
Total PC aportada en la ración (g)	109.43	168.67	179.84	180.95
Consumo de PC (g)	109.43	168.67	179.84	180.95
Requerimiento de PC (g) *	139.77	139.77	139.77	139.77
Balance PC (g)	- 30.34	28.9	40.07	41.18
Consumo de EM (Mcal/Kg)	1.48	1.90	2.30	2.41
Requerimiento de EM (Mcal/Kg)*	2.72	2.72	2.72	2.72
Balance (Mcal/Kg)	-1.24	-0.82	-0.42	-0.31
Proporción MS (Kg/día) consumida **	0.90	1.32	1.50	1.57
Proporción MS (Kg/día) requerida ***	0.87	0.87	0.87	0.87
Balance de MS	0.03	0.45	0.63	0.70

* Requerimiento en base a PV obtenidos para cada tratamiento (Paulino 2007).

** A nivel de consumo.

*** A nivel de requerimiento.

Tabla 8A. Alimento ofrecido inicial / diario

CONSUMO DE FVH con 28.2 % MS					Consumo de FVH en Materia seca	Consumo de FVH en Materia verde (kg)				
No. Animal	Trat.	PESO (Kg)	Cons. De MS (%)	Alimento ofrec. En Kg/MS	40%	50%	60%	40%	50%	60%
1	A	17								
2	A	17								
3	A	14								
4	A	16								
1	B	15	5,42	0,813	0,3252			0,0917064		
2	B	16,5	5,42	0,8943	0,35772			0,10087704		
3	B	16	5,42	0,8672	0,34688			0,09782016		
4	B	16	5,42	0,8672	0,34688			0,09782016		
1	C	17	5,42	0,9214		0,4607			0,1299174	
2	C	18	5,42	0,9756		0,4878			0,1375596	
3	C	14	5,42	0,7588		0,3794			0,1069908	
4	C	17,5	5,42	0,9485		0,47425			0,1337385	
1	D	15,5	5,42	0,8401			0,50406			0,14214492
2	D	20	5,42	1,084			0,6504			0,1834128
3	D	14	5,42	0,7588			0,45528			0,12838896
4	D	16	5,42	0,8672			0,52032			0,14673024
									total de fvh	1,49710698
									bandeja/Día	0,299421396

Tabla 9A. Alimento ofrecido final / diario

CONSUMO DE FVH con 28.2 % MS	No. Animal	Trat.	PESO (Kg)	Cons. De MS (%)	Alimento ofrec. En Kg/MS	Consumo de FVH en Materia seca			Consumo de FVH en Materia verde (kg)		
						40%	50%	60%	40%	50%	60%
	1	A	18,5								
	2	A	18								
	3	A	17								
	4	A	17,5								
	1	B	16,5	5,42	0,8943	0,35772			0,10087704		
	2	B	19,5	5,42	1,0569	0,42276			0,11921832		
	3	B	20	5,42	1,084	0,4336			0,1222752		
	4	B	19,5	5,42	1,0569	0,42276			0,11921832		
	1	C	20	5,42	1,084		0,542			0,152844	
	2	C	22,5	5,42	1,2195		0,60975			0,1719495	
	3	C	17,5	5,42	0,9485		0,47425			0,1337385	
	4	C	20,5	5,42	1,1111		0,55555			0,1566651	
	1	D	19,5	5,42	1,0569			0,63414			0,1788274
	2	D	23,5	5,42	1,2737			0,76422			0,2155100
	3	D	17	5,42	0,9214			0,55284			0,1559008
	4	D	21	5,42	1,1382			0,68292			0,1925834
										total de fvh	1,8196078
										bandeja/Día	0,3639215

Tabla 11A. Pesos (Kg) semanales de ovinos en la investigación

No. Animal	trat	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A	17	16	16	16	17	18,5	19	19	19,5
2	A	17	16	16,5	16,5	17	18	18	19,5	19,5
3	A	14	13,5	13,5	15,5	16	17,5	17,5	18	18
4	A	16	15,5	15,5	15,5	15,5	16,5	17	18	18,5
1	B	15	14,5	15	15	15	16	16,5	16,5	19
2	B	16,5	16	16	16,5	17	18,5	18,5	20	20,5
3	B	16	16,5	16,5	17	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5
4	B	16	15	15,5	16,5	17	18	18,5	20	20,5
1	C	17	17	17	17,5	17,5	18	19,5	21	22
2	C	18	18	18,5	18,5	18,5	20	21,5	22	23
3	C	14	14,5	15	15,5	16,5	17,5	18,5	19	20,5
4	C	17,5	16,5	16,5	17,5	18	19,5	20,5	21	22
1	D	15,5	15,5	16	16,5	16,5	18	18,5	20	21
2	D	20	20	20,5	20,5	21	22	22,5	24	25
3	D	14	13,5	14	14,5	15	16	16,5	18,5	19,5
4	D	16	16	17	18	18,5	19,5	19,5	21	22

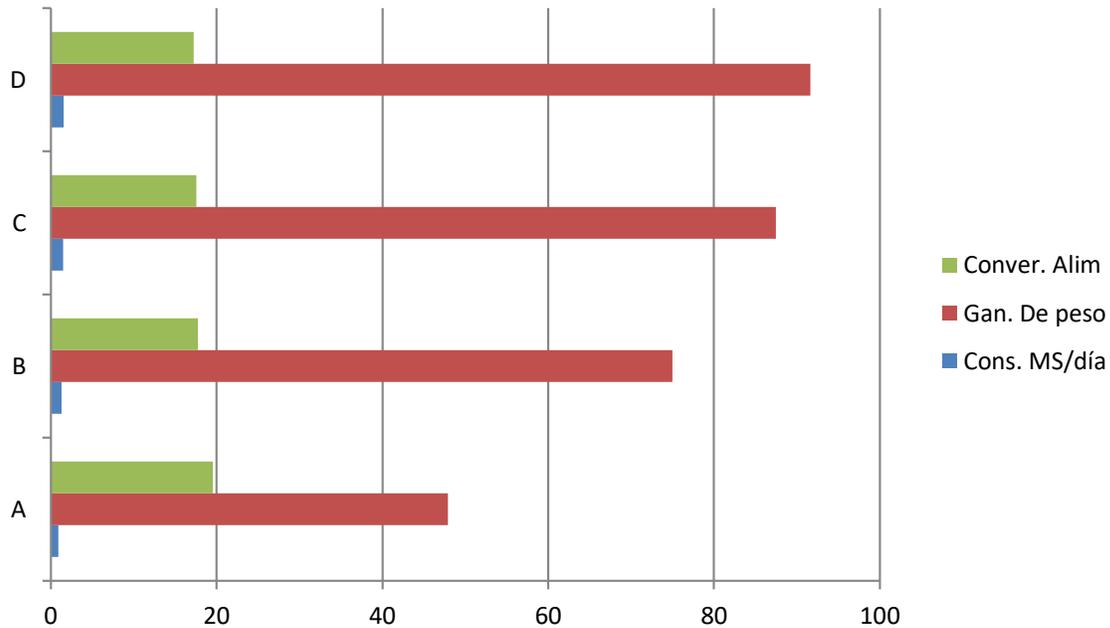
Tabla 12A. Boleta de rechazo diario

No. Animal	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	FVH	Heno	FVH	Heno	FVH	Heno	FVH	Heno	FVH	Heno	FVH	Heno	FVH	Heno
3														
1														
6														
13														
10														
12														
14														
7														
11														
9														
8														
5														
2														
15														
4														
16														
TOTAL														
PRMEDIO														

Tabla 13A. Datos generales durante la investigación en un período de 60 días

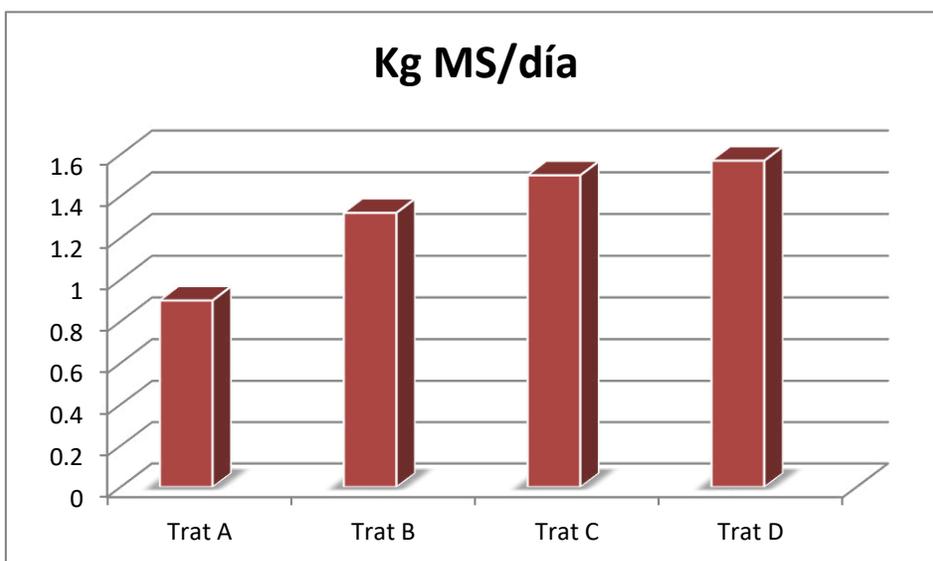
		Consumo MS	Ganancia de peso	Conversión alimenticia
Tratamiento	Repetición	Kg MS/animal/día	g/animal/día	Kg alimento(MS)/ Kg PV
A	1	0,92	41,67	22,11
A	2	0,94	41,67	22,47
A	3	0,84	66,67	12,65
A	4	0,88	41,67	21,03
B	1	1,18	66,67	17,64
B	2	1,33	66,67	19,93
B	3	1,35	91,67	14,72
B	4	1,40	75,00	18,63
C	1	1,48	83,33	17,74
C	2	1,60	83,33	19,15
C	3	1,31	108,33	12,06
C	4	1,59	75,00	21,17
D	1	1,50	91,67	16,32
D	2	1,84	83,33	22,11
D	3	1,32	91,67	14,37
D	4	1,60	100,00	16,04

Figura 1A. Variables evaluadas en la investigación consumo de materia seca (Kg. MS/día), consumo de proteína cruda (g/animal/día), ganancia de peso (g/animal/día) y conversión alimenticia (Kg de alimento/ Kg de peso vivo).



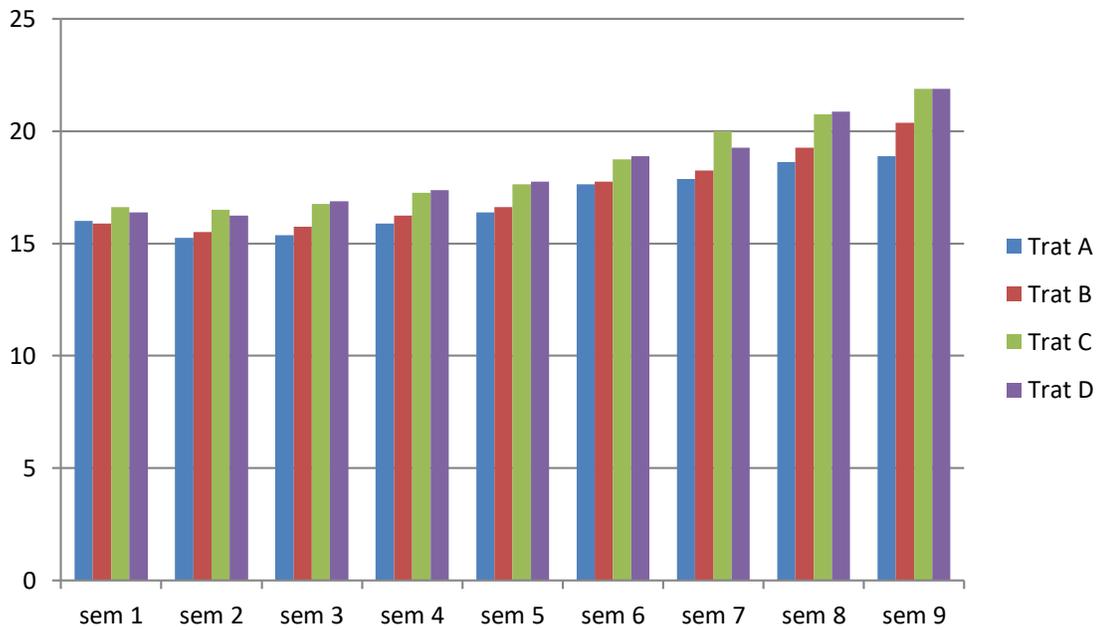
Fuente: Elaboración propia 2017

Figura 2A. Consumo de alimento por tratamiento expresada en Kg MS/día



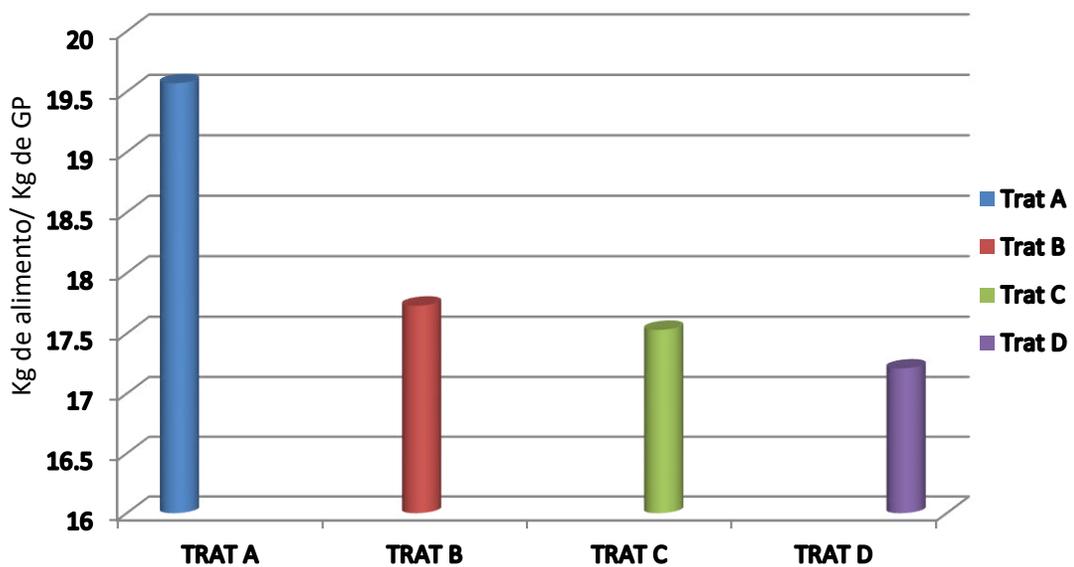
Fuente: Elaboración propia 2017

Figura 3A. Ganancia de peso diario (g/animal/día)



Fuente: Elaboración propia 2017

Figura 4A. Conversión alimenticia total por cada tratamiento (Kg de alimento/Kg ganancia de peso)



Fuente: Elaboración propia 2017



Figura 5A. Hidroponía con 15 días de crecimiento.



Figura 6A. Identificación de muestras para determinación de materia seca.



Figura 7A. Muestras en Micro Kjendhal para determinacion de proteína cruda.



Figura 8A. Germinación de la semilla de maíz.



Figura 9A. Producción de FVH en bandejas.



10A. Consumo de hidroponía a nivel de comederos.

XIV. ANEXO

RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Julio Morales Muestra: Forraje verde hidropónico de maíz PROCEDENCIA: Chimaltenango, Guatemala
Fecha de recepción: 14 de febrero de 2017

Registro	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	FAD (%)	TND (%)	Energía Digestible (Mcal/kg)
2617	80.49	19.51	12.78	11.07	77.46	3.42
2717	80.80	19.20	7.70	10.23	76.27	3.36

2617: Forraje verde hidropónico de maíz 15 días 2717: Forraje verde hidropónico de maíz de 21 días



Lic. Zoot. Luis Fernando Cordero
Responsable Lab. Bromatología ZOOTECNIA-CUNORI

RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Julio Morales

Muestra: Heno de pangola, Grano de Maíz, Forraje verde hidropónico de Maíz (15 días)

PROCEDENCIA: Chiquimula

Fecha de recepción: 02 de diciembre de 2015

Registro	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Fibra Ácido Detergente (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg)
11215	34.58	65.42	3.64	44.32	1.86
11315	9.20	90.80	7.69	2.21	3.30
11415	28.2	71.8	18.5	22.17	2.57

11215: Heno de Pangola

11315: Grano de Maíz

11415: FVH Maíz



Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón
Responsable Lab. Bromatología ZOOTECNIA-CUNORI