



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Inclusión de forraje verde hidropónico en la alimentación de ovinos en desarrollo y su efecto en el comportamiento productivo, Finca Santa Rosa, Managua, 2017.

Autores

Br. Marvin Antonio Castellón Centeno
Br. Luis Fernando Tórrez González

Asesores

Ing. Norlan Caldera Navarrete, MSc.
Lic. Rosario Rodríguez Pérez, MSc.
Ing. Nadir Reyes Sánchez. PhD.

Managua, Nicaragua
Febrero del 2018.

El presente trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal (FACA), como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Miembros del tribunal examinador:

Ing. Sergio Álvarez, MSc.

Presidente

Ing. Marcos Jiménez Campo

Secretario

Ing. Domingo Carballo, MSc.

Vocal

Managua, Nicaragua, 2018

Índice de contenido

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE GRAFICAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. METODOLOGÍA	4
3.1. Localización	4
3.2. Duración del experimento	4
3.3. Manejo del experimento	4
3.3.1. Producción de forraje verde hidropónico	4
3.3.1.1. Instalaciones	4
3.3.1.2. Selección de semilla y Biol gallinaza	4
3.3.1.3. Metodología de la producción de FVH	5
3.3.1.3.1. pre-siembra	5
3.3.1.3.2. Siembra	5
3.3.1.5. Riego de las plántulas	5
3.4. Descripción de los tratamientos	7
3.5. Diseño Experimental y análisis estadístico	7
3.6. Variables evaluadas	8
3.6.1. Consumo de alimento (CA)	8
3.6.2. Ganancia media diaria (GMD)	9
3.6.3. Ganancia de peso (GP)	9
3.6.4. Conversión de alimento	9
3.7. Análisis Financiero	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1. Peso Final (PF)	11
4.2. Ganancia de Peso Total (GP)	13

4.3. Ganancia media diaria (GMD)	14
4.4. Consumo de materia seca total	16
4.5. Conversión alimenticia (CA)	18
4.6. Análisis Financiero	20
V.CONCLUSIÓN	22
VI. RECOMENDACIONES	23
VII. LITERATURA CITADA	24
VIII. ANEXOS	27

DEDICATORIA

Para triunfar en la vida no es importante llegar primero, para triunfar simplemente hay que llegar. Al culminar uno de mis objetivos dedico la presente tesis de grado a:

Dios, por ser el creador de mi vida y por darme fuerza para no desfallecer ante las adversidades y vencer todos los obstáculos.

Mis padres, Rufino Tórrez y Paulina González, por ser el pilar de mi formación gracias por su cariño, comprensión y sacrificio han hecho posible la culminación de esta etapa de mi vida. Hoy retribuyo parte de su esfuerzo con este logro que no es mío sino de ustedes, por lo cual viviré eternamente agradecidos.

Mis hermanos, Arely del Carmen, Carla Patricia, Ligia María, Esmerita Liseth; por esa lucha incansable de ayudarme a seguir adelante, por el tiempo que nunca podre devolverles pero si agradecerles.

A todos los docentes que estuvieron presente brindando sus conocimientos y metodología durante el transcurso de la carrera de Ingeniería en Zootecnia para poder culminar mis estudios.

A nuestros compañeros de estudio universitario quienes presentaron su alegría para nosotros y de quienes siempre los recordaremos.

Luis Fernando Tórrez González

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial que me ha brindado la fuerza, salud, sabiduría para poder terminar este trabajo investigativo.

A mis padres Juan Ramón Castellón y Juana Centeno por ser mi apoyo incondicional en momentos difíciles por sus consejos para poder culminar mis estudios. A mis hermanos por confiar en mí.

Agradezco a mis asesores por su asesoría especialmente al Ing. Norlan Caldera, Lic. Rosario Rodríguez.

A nuestros compañeros de estudio universitario quienes presentaron su alegría para nosotros y de quienes siempre los recordaremos.

A todos los docentes que estuvieron presente brindando sus conocimientos y metodología durante el transcurso de la carrera de Ingeniería en Zootecnia para poder culminar mis estudios.

Marvin Antonio Castellón Centeno

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar el mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para nosotros un verdadero placer utilizar este espacio para ser justos y consecuentes con ellas, expresándoles nuestro agradecimiento.

Debo agradecer de manera especial y sincera al profesor Norlan Caldera, Rosario Gutiérrez y Nadir Reyes; por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección, al M.V. Martin Varela por el apoyo que nos brindó durante este proceso; al INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) central de Managua por su apoyo durante el proceso de investigación por facilitarnos los materiales ocupados en el presente estudio. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como investigadores. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Les agradecemos también el habernos facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

INDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Página
1	Ciclo de riego de Forraje verde hidropónico (FVH) de maíz cosechado a los 15 días	6
2	Análisis financiero de los tratamientos en estudio	21
3	Presupuestos parciales para comparar los tratamientos en estudio	21

INDICE DE GRAFICAS

No.	Grafica	Página
1	Peso final de ovinos en desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio	12
2	Ganancia de Peso Total de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio	13
3	Ganancia media diaria de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio.	15
4	Consumo de Materia Seca ovinos de desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio	17
5	Conversión alimenticia de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio.	19

INDICE DE ANEXOS

No.	Anexo	Página
1	Producción de forraje verde hidropónico (FVH)	28
2	Análisis bromatológico del FVH	29
3	Manejo de los animales sometidos al estudio	30

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de forraje verde hidropónico de maíz (FVH) utilizando solución nutritiva orgánica (Biol Gallinaza) en la alimentación de ovinos en desarrollo y su efecto sobre el comportamiento productivo (Consumo, Ganancia de Peso (GP), Ganancia media Diaria (GMD), peso final (PF), Conversión alimenticia (CA)). Se utilizaron 12 ovinos de desarrollo (Pelibuey – Dorper) con peso promedio 14.05 (1.43) kg y edad promedio de tres meses. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), distribuido en tres tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: 100% pastoreo, T2: 70% pastoreo + 30% FVH y T3: 50% pastoreo + 50% FVH. Los datos fueron analizados por el PROC GLM del paquete estadístico MINITAB® ver.16.2.4.4, las comparaciones de medias por la prueba de Tukey. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) para GP, GMD, PF, CA. Existieron diferencias ($p < 0.01$) para consumo T1 (23.74 kg) supero a T3 y T2 (19.91 y 17.12 kg), pero presento la CA menos eficiente T1 (8.99) en comparación a T2 y T3 (3.55 y 4.87). La valoración financiera determino que el T2 es una alternativa viable al generar mayores utilidades al alcanzar mayor peso final en el mismo periodo de tiempo.

Palabras claves: Ganancia Media Diaria, Peso final, Conversión alimenticia, Consumo, Análisis financiero.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the inclusion of hydroponic green forage of corn (HGF) using organic nutrient solution (Biol hen manure) in the feeding of developing sheep and its effect on the productive behavior (Consumption, Weight Gain (WG), Average Daily Gain (ADG), Final Weight (FW), Food Conversion (FC)). We used 12 development sheep (Pelibuey - Dorper) with average weight 14.05 (1.43) kg and average age of three months. A completely randomized design (CRD) was used, distributed in three treatments with four repetitions. The treatments were: T1: 100% grazing, T2: 70% grazing + 30% HGF and T3: 50% grazing + 50% HGF. The data were analyzed by the PROC GLM of the statistical package MINITAB® vert.16.2.4.4, the comparisons of means by the Tukey test. Differences were found ($p < 0.05$) for WG, ADG, FW, FC. There were differences ($p < 0.01$) for consumption T1 (23.74 kg) exceeding T3 and T2 (19.91 and 17.12 kg), but I present the least efficient FC T1 (8.99) compared to T2 and T3 (3.55 and 4.87). The financial valuation determined that the T2 is a viable alternative to generate higher profits to reach greater final weight in the same period of time.

Key words: Average Daily Gain, Final Weight, Food Conversion, Consumption, Financial Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La sequía es un fenómeno meteorológico asociado al cambio climático que puede presentarse en cualquier lugar y momento. Aunque el efecto de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos varía de una región a otra, se espera que los cambios pronosticados tengan efectos de gran alcance principalmente en los países con zonas tropicales que, en muchos países; la población rural más pobre vive en áreas expuestas y marginales, y en condiciones que los hacen muy vulnerables. (Gianella *et al.*, 2009).

En los sistemas ganaderos de América Central es común el uso de diferentes estrategias para la alimentación del ganado, que van desde pasturas naturales y naturalizadas hasta residuos de cultivos, pasando por ensilado, pastos de corte y acarreo. En Nicaragua existen zonas caracterizadas por épocas secas prolongadas con periodos que van desde los 4 a 8 meses durante las cuales la oferta de forrajes es deficitaria. Esta condición de baja disponibilidad de forraje afecta negativamente la producción a nivel general (Holmann *et al.*, 2004).

El forraje verde hidropónico (FVH) ofrece muchas ventajas entre ellas tenemos; es que pueden producir muy rápidamente (entre 9 y 15 d) sin embargo, se necesita de soluciones nutritivas de un alto costo que brinden lo necesario para lograr mejores rendimientos y mantener su calidad nutricional. La búsqueda de alternativas que permitan suministrar a los FVH los nutrientes que necesita para un buen desarrollo del cultivo plantea retos en la utilización de fuentes de bajo costo como podría ser el uso de abonos orgánicos como el Biol, excretas de las aves y el uso de estiércol de los animales lo que permitirá el suministro nutritivo de los cultivos a través del reciclaje de nutrientes y no depender de insumos externos, lo que permitirá reemplazar el uso de los preparados comerciales (FAO, 2001).

El forraje Verde Hidropónico (FVH) es una opción que ofrece, una producción forrajera durante todo el año, uso limitado de agua, desarrollo del cultivo en pequeñas áreas, aporte de complejos vitamínicos necesarios, no ocasionan trastornos digestivos y exhiben una rápida recuperación de la inversión (FAO, 2001).

Al igual pueden ser incluidos en la dieta de animales monogástricos y poligástricos, incrementando su fertilidad y productividad además de disminuir la incidencia de algunas enfermedades de tipo digestivo e infeccioso incluyendo parasitosis. Los efectos benéficos del consumo de FVH en la salud del ganado han sido atribuidos generalmente a su contenido de proteínas, minerales, vitaminas y su alta palatabilidad para cualquier animal (Vargas, 2008).

Como es bien sabido la alimentación ovina en Nicaragua; la mayor parte se basa en pastoreo con vegetación nativa. La vegetación nativa es muy diversa en relación a sus características morfológicas que permiten a los ovinos utilizarla en forma eficiente para su alimentación, por lo tanto se ha venido viendo afectada por la prolongación del verano bajando valores nutritivos de los pastos.

Con el presente estudio se pretende evaluar la utilización de Forraje Verde Hidropónico a base maíz (*Zea mays*) producido orgánicamente con bio-fertilizante (biol de gallinaza) y su efecto en el comportamiento productivo de ovinos en desarrollo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Valorar la inclusión de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en la alimentación de ovinos en desarrollo y su efecto en el comportamiento productivo.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de dos niveles de inclusión FVH sobre el comportamiento productivo (peso final, ganancia de peso, ganancia media diaria, consumo, conversión alimenticia) en ovinos de desarrollo.

- Analizar desde el punto de vista financiero los tratamientos en estudio, utilizando la metodología de presupuestos parciales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Localización

El estudio de investigación se realizó en la unidad productiva de ovino- caprino de la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua, localizada al norte de la comunidad de Sabana Grande, entre las coordenadas geográficas 12°08'15" de latitud Norte y longitud Oeste. Con una elevación de 56m.sn.m., las coordenadas climáticas corresponden a una zona ecológica de bosque tropical seco. La temperatura media anuales y humedad relativa de 72% (INETER, 2015).

3.2. Duración del experimento

El experimento tuvo una duración de 62 d divididos de la siguiente manera:

- Siembra de germinados (15 d)
- Alimentación de las ovejas (47 d)

3.3. Manejo del experimento

3.3.1. Producción de forraje verde hidropónico.

3.3.1.1. Instalaciones

El ensayo se estableció bajo galera, la estructura es de zinc y perfilado metálico con una altura aproximada de 5 m a la cumbre, y un espacio de 8 m² contando este con algunos materiales como madera ya antes utilizada para el soporte o sostén de las bandeja.

A lo interno se contó con acceso a agua potable y con un área para el manejo de utensilios.

3.3.1.2. Selección de semilla y Biol gallinaza.

El material que se utilizó fue semilla de maíz NB-6, la semilla se obtuvo en el departamento de producción y post-cosecha del INTA y esta se mantenía en cuarto frío para su conservación en el centro nacional de investigación agropecuaria (CNIA). En cuanto al Biol

de gallinaza este se obtuvo en el CNIA el cual fue elaborado 45 d antes de su utilización en el área de producción orgánica del INTA.

3.3.1.3. Metodología de la producción de FVH.

3.3.1.3.1. pre-siembra.

Antes de la siembra, la semilla fue desinfectada en agua clorada usando 2 cc l⁻¹ de agua durante 15 min, posteriormente se enjuagó 3 veces para quitar todos los residuos de cloro.

Una vez que se terminó el enjuague se dejó sumergida en agua (en remojo) por 12 h para que se efectuara el proceso de pre-germinación, pasadas las 12 h se enjuago nuevamente y se dejó escurrir por espacio de una hora y luego se dejó sumergida nuevamente en agua durante 12 h adicionales.

3.3.1.3.2. Siembra.

Una vez que se cumplió el periodo de pre-germinación se sembró en las bandejas plásticas con dimensiones de 28 cm de ancho x 58 de largo x 3 cm de profundidad, previamente fueron identificadas con un número del 1 al 15 a razón de 1 kg por bandeja, estas fueron colocadas en los soportes y se cubrieron con papel boom para estimular la germinación, cada bandeja se le aplicó riego de 1 a 2 veces al día con ayuda de una regadera plástica, una vez que germino la semilla se retiró el papel dejándose libre para que recibieran la luz solar.

3.3.1.5. Riego de las plántulas.

Del día 1 al día 4 el riego consistió en la aplicación de agua, del 5 al 13 se le aplico la solución nutritiva que consistió en agua + biol de gallinaza (35 ml de biol x litro de agua) una vez al día en horas de la mañana, 24 h antes de la cosecha (día 14) se retiró la solución nutritiva y se le suministro agua para el lavado de residuos de la solución nutritiva. La cantidad de agua y/o solución utilizada fue de 1.5 l por bandeja al día.

Cuadro 1. Ciclo de riego de Forraje verde hidropónico (FVH) de maíz cosechado a los 15 días.

Tipo de Riego	Germinación				Desarrollo										Cosecha
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Agua	X	X	x	x										x	
Solución (agua+biol)					x	x	x	x	x	x	x	x	x		

3.3.2. Manejo de los animales:

Previo al inicio del ensayo todos los animales fueron pesados e identificados por tratamiento, así mismo fueron desparasitados, vitaminados. Una semana previa al ensayo los animales estuvieron en un periodo de adaptación con el fin de regular el consumo de FVH.

Se utilizaron 12 ovinos de desarrollo con encaste (Pelibuey – Dorper), con peso promedio de 14.05 ± 1.43 kg y edad promedio de tres meses. Los ovinos se manejaron de forma semi estabulada, alojándolos en cubículos por cada uno de los tratamientos. Se conformaron tres grupos de ovinos seleccionados al azar, procurando tener uniformidad en cuanto a edad, peso vivo y sexo.

Durante el ensayo se suministró el FVH realizándose una vez que los animales regresaban del primer pastoreo, el suministro de agua fue *ad libitum*. El FVH fue distribuido a los tratamientos experimentales (de acuerdo a las proporciones planteadas), los animales tuvieron libre acceso al FVH durante todo el periodo que duro el ensayo.

Diariamente se llevó el control de consumo del FVH, considerando el forraje ofrecido menos el rechazado. En el caso del consumo de pasto durante el pastoreo, dos veces a la semana todos los animales fueron pesados individualmente antes de ser llevados al potrero y una vez terminado el periodo del mismo estos eran trasladados a las instalaciones, nuevamente se

pesaban, asumiendo la diferencia de peso como el consumo obtenido de pasto durante el pastoreo directo.

Semanalmente se registró la ganancia de peso de los animales por tratamiento utilizando una pesa de reloj con una capacidad de 100 kg. Los cubículos de cada tratamiento eran limpiados con agua y retirada las excretas, y residuos de alimentos, renovando el agua de los bebederos todos los días.

3.4. Descripción de los tratamientos

Se conformaran tres grupos de estudio (tratamientos)

Tratamiento T1: Alimentación basada en pastoreo directo sobre pasto estrella) (*Cynodon nlemfluensis* en horario matutino y vespertino

Tratamiento T2: Alimentación basada en pastoreo directo sobre pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en horario matutino+ 30% de FVH de maíz suministrado por la tarde.

Tratamiento T3: Alimentación estuvo basado en pastoreo directo sobre pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en horario matutino+ 50% de FVH de maíz suministrado por la tarde.

3.5. Diseño Experimental y análisis estadístico.

Los doces ovinos fueron distribuidos en relación al peso, sexo y edad; mediante un diseño completamente al azar (DCA) en tres tratamientos con cuatro ovinos por tratamiento.

Los datos se analizaron utilizando el Modelo Lineal General del Software MINITAB (versión 16.2.4.4, Minitab®, 2013). El procedimiento de separación de medias por la prueba de Tukey del Minitab® 16.2.4.4 cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas.

El modelo aditivo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : representa la j-ésima repetición en el i-ésimo tratamiento evaluado

T_i : representa el efecto del i-ésimo tratamiento (1, 2, 3)

j: número de repeticiones utilizadas (1, 2, 3, 4)

μ : es la media general y representa el estimador de la media de la población

ϵ_{ij} : es el error residual aleatorio o efecto aleatorio de variación generado en el experimento.

3.6. Variables evaluadas

3.6.1. Consumo de alimento (CA)

Esta variable fue determinada por el método convencional, calculando la diferencia entre el suplemento ofrecido y el suplemento rechazado, que normalmente se expresa en kilogramos por días. Para el consumo diario se utilizó la siguiente fórmula:

Consumo de FVH: Alimento ofrecido – alimento rechazado

El consumo de pasto se estimó de la siguiente forma:

Consumo en pastoreo: Peso vivo después de pastoreo – Peso vivo antes del pastoreo

3.6.2. Ganancia media diaria (GMD)

La ganancia media diaria se obtuvo de la diferencia del peso final menos el peso inicial, dividido entre el número de días que dura el ensayo:

$$\textit{Ganancia Media Diaria} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días del ensayo}}$$

3.6.3. Ganancia de peso (GP)

La ganancia de peso se obtuvo de la diferencia del peso final menos el peso inicial:

Ganancia de Peso: Peso vivo final – Peso vivo inicial

3.6.4. Conversión de alimento

Se obtuvo mediante el peso vivo ganado entre la cantidad de alimento consumido

$$\textit{Conversión de alimento} = \frac{\text{Peso vivo ganado}}{\text{cantidad de alimento consumido}}$$

3.7. Análisis Financiero

Se realizó con la finalidad de comparar los costos de cada tratamiento así como los beneficios económicos que existen al sustituir uno por otro, se realizó un análisis de presupuestos parciales con la metodología sugerida por Pérez (1993).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo de ovinos en desarrollo alimentados con diferentes niveles de inclusión de Forraje verde hidropónico (FVH).

4.1. Peso Final (PF)

Como se puede observar en la gráfica 1, se encontraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos en estudio, así T1 donde los animales se alimentaron en condiciones de pastoreo alcanzaron un menor PF (16.46 kg), en relación a los tratamientos T2 y T3 (19.27 y 17.95 kg respectivamente).

Esta diferencia fue debida a que el pasto estrella en el trópico presenta una menor digestibilidad (49.18%) y valor nutritivo (9.67% PC) que el FVH de maíz (76.9% DIVMS y 15% PC) (Maya *et al.*, 2005; Herrera *et al.*, 2010; Rodríguez y Elizondo, 2012), además que los animales que consumieron FVH tuvieron un menor gasto energético al estar menor tiempo en pastoreo. Varela (2017) al evaluar la producción de biomasa y composición bromatológica de FVH de maíz NB-6 con biol gallinaza y cosechado a los 15 d obtuvo valores de 22.82% de PC

Según Cruz y Sánchez (1999) los valores de FDA están inversamente relacionados con la digestibilidad de los alimentos y por ende con su aporte de energía, por lo tanto sería de suponer que el FVHM es más digestible que el pasto estrella y que por tanto es fuente mayor de energía digestible. Sin embargo, estos mismos autores indican que la FDN ofrece una estimación más precisa del total de fibra o pared celular en los alimentos y que además es la fracción que mide mejor la capacidad de los alimentos de ocupar un volumen dentro del tracto digestivo, lo cual la asocia con el llenado físico y su capacidad de consumo de materia seca.

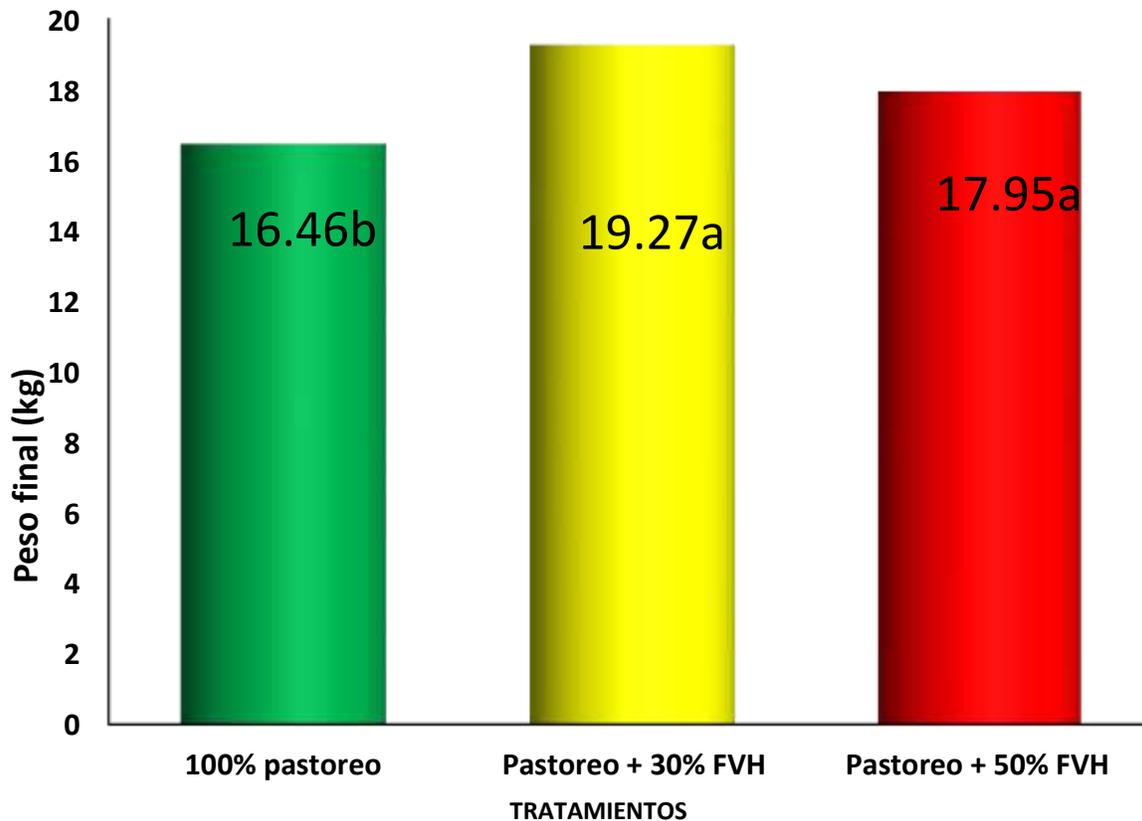


Grafico 1. Peso final de ovinos en desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio

Rodríguez y Díaz (2017), al evaluar el peso final alcanzado en ovinos Poll Dorset de desarrollo estabulados utilizando FVH de Cebada con diferentes niveles de inclusión reportan que los mayores pesos alcanzados fue en los animales que consumieron el 50% de FVH como parte de su dieta basal.

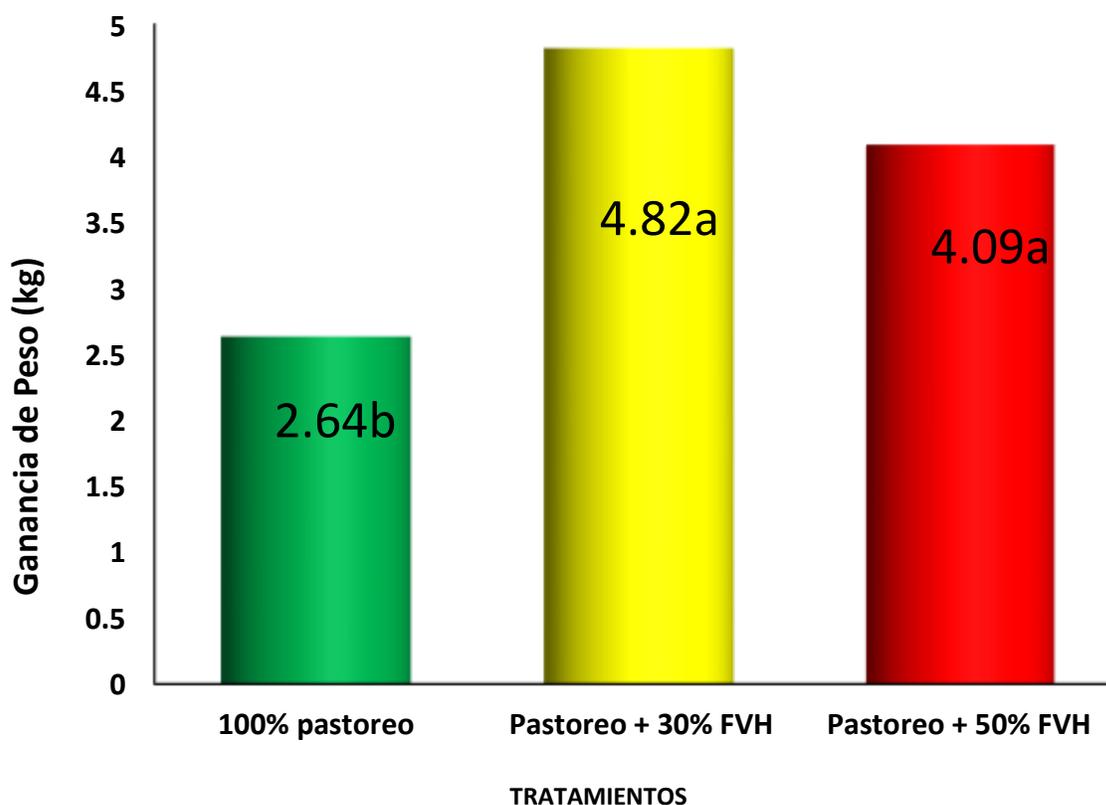
Resultados obtenidos en terneros por Pérez (1987), que evaluó la sustitución del concentrado en una crianza artificial de terneros por FVH de avena, evidenció un significativo incremento en el peso vivo de los terneros cuando el nivel de sustitución de FVH por el concentrado fue de 50%.

Se reportan resultados positivos en la ceba de conejos al utilizar FVH de cebada hasta en niveles de inclusión del 80% como sustituto de alimento concentrado (FAO, 2001). Morales

(1987), reportan mayores pesos finales en ovinos suplementados con FVH de avena en comparación a los animales que solamente fueron alimentados con concentrado.

4.2. Ganancia de Peso Total (GP)

En la gráfica 2, la variable de ganancia de peso total muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T1 (2.64 kg) y los tratamientos T2 y T3 (4.82 kg, 4.09 kg respectivamente), sin embargo se observaron diferencias ($p > 0.05$) entre el T2 versus T1 y T3 teniendo una mejor ganancia de peso el T2.



Grafica 2. Ganancia de Peso Total de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio.

Resultados conseguidos por Herrera *et al.* (2007), que valoraron la sustitución del concentrado en una crianza de ovinos en crecimiento por FVH de maíz, evidencio que no incremento la ganancia de peso en los ovinos utilizando FVH, estos resultados son contrarios a los resultados obtenidos en este trabajo.

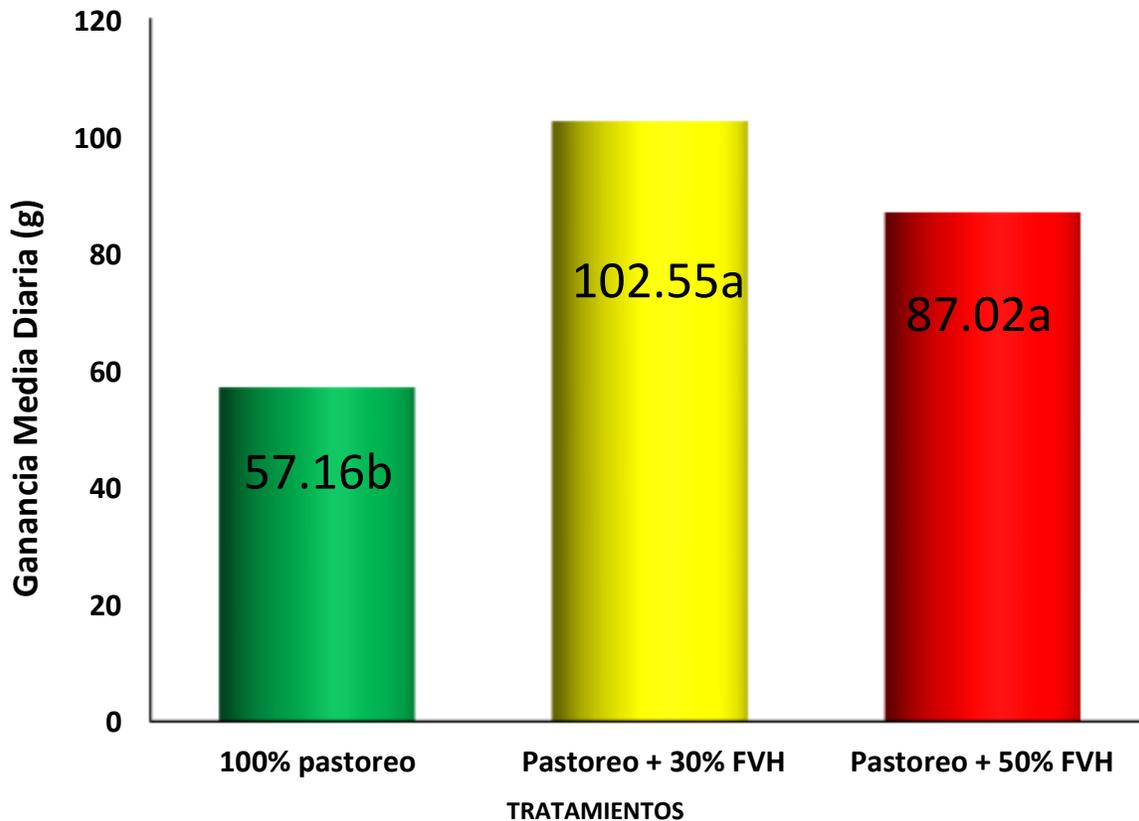
Otros resultados obtenidos en cerdos de engorde por Cunuhay (2013), que evaluó el reemplazo del concentrado comercial en cerdos por FVH de maíz, evidenció un significativo incremento en la ganancia de peso cuando el nivel de reemplazo de FVH por el concentrado fue del 15% en relación a su dieta basal.

Caraguay (2016), al valorar la ganancia de peso alcanzado en cuyes utilizando FVH de avena con diferentes niveles de inclusión reporta que las mejores ganancias de peso alcanzados fueron en los animales que consumieron un 80% FVH como parte de su dieta. Contreras (2014), al evaluar la variable ganancia de peso, al suplementar Cuyes mostro resultados positivos al suplementar con 50% de FVH en dieta.

Mejía y Mora (2008), al evaluar la inclusión de follaje fresco de Marango como suplemento en la alimentación de ovinos, obtuvieron mayores ganancias de peso en relación a los alimentados a base de pasto.

4.3. Ganancia media diaria (GMD)

La variable ganancia media diaria se puede observar en la gráfica 3, donde muestra diferencias estadísticas ($p < 0,05$), encontrando que los animales que consumieron pasto + FVH con porcentajes del 30% y 50%; obtuvieron mayores ganancias medias diarias en relación a los que se le suministro solamente pasto.



Grafica 3. Ganancia media diaria de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio.

Sánchez *et al.* (2013), al evaluar la ganancia media diaria en ovinos de la raza Pelibuey de aproximadamente un año de edad estabulados utilizando FVH de trigo y cebada alimentados con el 3% de su peso vivo de MS, reportaron que la mejor GMD se obtuvo con FVH trigo esto indica que ovinos alimentados con propósito de engorde, el uso del FVH es una alternativa técnica y económicamente viable.

Rodríguez y Díaz (2017), al evaluar GMD en ovinos Poll Dorset en desarrollos estabulados utilizando FVH de Cebada con diferentes niveles de inclusión reportaron que la mayor GMD alcanzada fue en los animales que consumieron el 50% de FVH como parte de la dieta basal

Acosta (2016), al evaluar la GMD en caprinos criollos en desarrollo estabulados el cual se les suministro 100% de FVH de maíz, obtuvieron mayores ganancias (84.54 g) que los

alimentados con dietas mixtas (concentrado + panca de maíz + FVHM = 81.71 g) y los alimentados con concentrado + panca de maíz (75.79 g).

Mejía y Mora (2008), reportan ganancias de peso de 117.97 g, 90.91 g y 30.85 g con ovinos alimentados a base de *Panicum máximum* + *Moringa* (50%); *Panicum máximum* + *Moringa* (35%) y 100% de forraje de *Panicum máximum*.

En condiciones tropicales, la cría de ovinos es una actividad complementaria a la producción de bovinos o una producción de subsistencia con bajos niveles productivos (GMD de 40 a 70 g) al manejarse exclusivamente en pastoreo y se logran aumentos importantes cuando se maneja suplementación en pastoreo (GMD de 120 a 160 g) con un impacto económico importante. Por otro lado, la literatura reporta que en países con climas templados y buenos pastos se obtienen ganancias de 200 g d⁻¹ y en confinamiento con dietas basadas en cereales (maíz, sorgo, etc.) hasta 300 g d⁻¹. Sin embargo, las ganancias de peso en el trópico con razas de pelo son menores y muestran además una mayor variación por lo general pueden esperarse de 50 – 150 g d⁻¹ de acuerdo al tipo de suplementación brindada (Vélez, 1993).

4.4. Consumo de materia seca total

Para la variable consumo de materia seca total, los resultados expresados en la gráfica 4 se muestra que se presentan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), entre los tratamientos en estudio T1, T2 y T3 (23.74 kg, 17.12 kg y 19.91 kg de forma respectiva), siendo el tratamiento T1 el que reflejo mayor consumo de materia seca total.

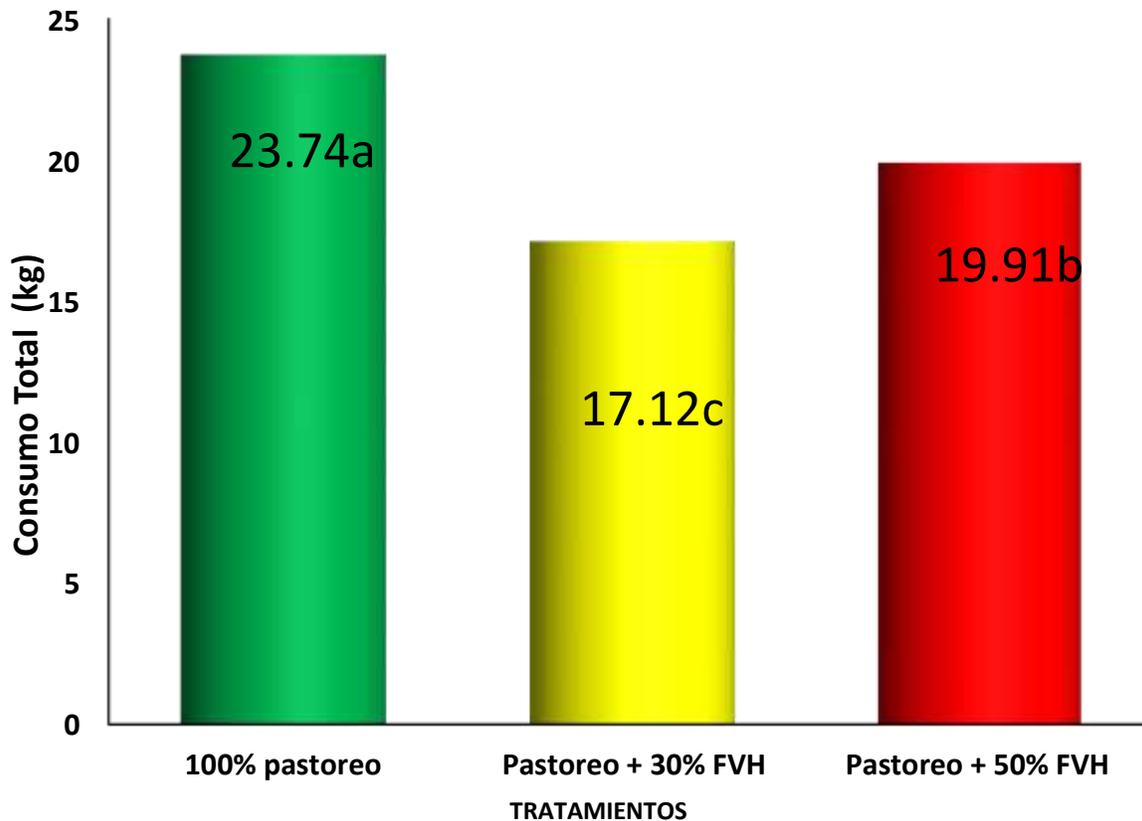


Grafico 4. Consumo de Materia Seca ovinos de desarrollo en cada uno de los tratamientos en estudio

Rodríguez y Díaz (2017), al evaluar el consumo de materia seca (MS) alcanzado en ovinos Poll Dorset de desarrollo estabulados utilizando FVH de Cebada con diferentes niveles de inclusión reportan que los mayores pesos alcanzados fue en los animales que consumieron el 50% de FVH como parte de su dieta basal en comparación a los alimentados a base de concentrado.

Pérez (1987), que evaluó la sustitución del concentrado en una crianza artificial de terneros por FVH de avena, evidenció un significativo incremento en el consumo MS de los terneros cuando el nivel de sustitución de FVH por el concentrado fue de 50%.

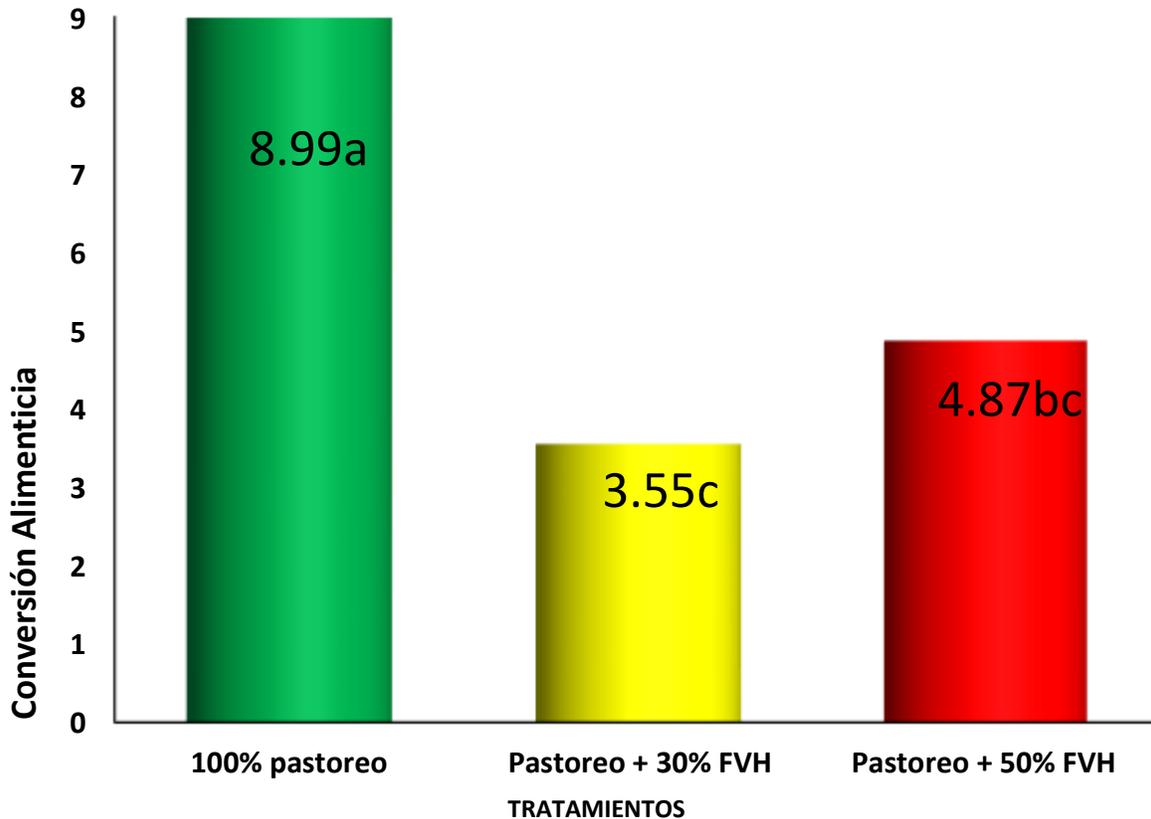
Cunuhay (2013), al sustituir el alimento concentrado en una crianza de cerdos por FVH de maíz, evidenció un significativo incremento en el consumo MS de los cerdos cuando el nivel de sustitución de FVH por el concentrado fue del 15%.

Resultados reportados por Herrera *et al.* (2007), al valorar la sustitución del concentrado en una crianza de ovinos en crecimiento por FVH de maíz, evidencio que no se incrementó el consumo de MS en los ovinos utilizando FVH, estos resultados difieren de los obtenidos en este trabajo.

Boccanera (2017), al evaluar el consumo total de MS en cabras con cruza (Criolla x Nubia) encontró que los animales que se les suministro FVH de avena + heno de pasto obtuvieron un mayor consumo en comparación a los alimentados *ab libitum* con heno de pasto solamente.

4.5. Conversión alimenticia (CA)

En la gráfica 5, la variable conversión alimenticia mostro diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos T1 y T2 (8.99 vs 3.55), sin embargo el tratamiento T2 (3.55) no mostro diferencias ($p > 0.05$) con el tratamientos T3 (pastoreo + 50% de FVH = 4.87).



Grafica 5. Conversión alimenticia de los ovinos en desarrollo de cada uno de los tratamientos en estudio.

Resultados obtenidos por Morales (1987), al evaluar la conversión alimenticia (CA) en ovinos en desarrollo bajo confinamiento, alimentados con dos niveles de inclusión de FVH de cebada (15 y 30%), no encontró diferencias en CA respecto a los animales alimentados a base de concentrado (4.40, 4.68 y 4.91 respectivamente).

Acosta (2016), al evaluar la CA en caprinos criollos en desarrollo estabulados el cual se les suministro 100% de FVH de maíz, obtuvieron una mejor CA de 6.98, que los alimentados con dietas mixtas (concentrado + panca de maíz + FVHM = 7.02) y los alimentados con concentrado + panca de maíz (7.12).

Mejía y Mora (2008), reportan CA de 6.78, 8.02 y 18.47 con ovinos alimentados a base de *Panicum máximum* + *Moringa* (50%); *Panicum máximum* + *Moringa* (35%) y 100% de forraje de *Panicum máximum*.

Tello (2014), al evaluar la CA en conejos alimentados con FVH encontró que el suministro 75% de FVH + 25% concentrado, obtuvo buena conversión alimenticia y que económicamente es más rentable que los animales alimentados con dietas a base concentrado.

Caraguay (2016), al valorar la CA en cuyes utilizando FVH de avena con diferentes niveles de inclusión reporta que las mejores CA alcanzadas fueron en los animales que consumieron un 90% FVH como parte de su dieta.

4.6. Análisis Financiero

Aplicando la metodología de presupuestos parciales, utilizando como parámetros la conversión alimenticia y el peso final de ovinos en desarrollo como variable de medición; se encontró que al sustituir el T1 (100% Pastoreo) con el T2 (Pastoreo + 30% de FVH) se obtuvo un mejor rendimiento financiero con una utilidad incremental de US\$ 2.75. Lo que significa que los ovinos del T1 alcanzan un menor peso final, pero a un mayor costo productivo, en cambio con el T2 se produce una reducción de los costos de producción por consiguiente se mejora ligeramente la utilidad.

En cambio, al comparar el T3 (Pastoreo+ 50% de FVH) vs T1 (Pastoreo) se obtuvo un rendimiento financiero con una utilidad incremental de US\$ 1.34 para T3. El peso final alcanzado por los ovinos del tratamiento T1 disminuyó en 35.45% en comparación a T3 y en un 45.22% en relación a T2, influyen esto en la utilidad obtenida entre los tratamientos.

El análisis financiero a través de los presupuestos parciales favorece al T2 (Pastoreo + 30% de FVH) seguido del T3 (Pastoreo + 50% de FVH) representado ambos una buena alternativa

para pequeños productores ya que les permite producir un alimento con un recurso local con que cuenta en su finca, para alimentar sus animales sin depender de un alimento comercial de alto costo.

Cuadro 2. Análisis financiero de los tratamientos en estudio.

Tratamiento ¹	Conversión alimenticia	PV kg	Consumo total de alimento kg	Precio de 1 kg alimento US\$	Precio Total del alimento US\$	Precio del kg en pie US\$/kg	Ingreso Venta kg en pie US\$	Utilidad Bruta US\$
I	8.99	2.64	23.73	0.050	1.19	1.40	3.70	2.51
II	3.55	4.82	17.11	0.087	1.49	1.40	6.75	5.26
III	4.87	4.09	19.92	0.094	1.87	1.40	5.73	3.85

¹: T1: 100% Pastoreo; T2: Pastoreo + 30% FVH; T3: Pastoreo + 50% FVH

Cuadro 3. Presupuestos parciales para comparar los tratamientos en estudio

Tratamiento ¹	a	b	c	d	(a+b)	c+d	Utilidad (a+b)-(c+d)
II Vs I	1.19	6.75	1.49	3.70	7.93	5.18	2.75
III Vs I	1.19	5.73	1.87	3.70	6.91	5.57	1.34

¹: T1= 100% Pastoreo; T2=Pastoreo + 30% de FVH; T3=Pastoreo + 50% de FVH

Desde el punto de vista financiero se puede afirmar que de las dos dietas en estudio la T2 representa la opción más viable para sustituir una dieta basada en alimentación a base de pastoreo.

V. CONCLUSIÓN

- El Peso final, la Ganancia de Peso y la Ganancia Media diaria fueron mayores en los animales alimentados a base de pastoreo + FVH, por encima de los animales alimentados solo a base de pastoreo. Aun así los animales alimentados solamente a base de pastoreo obtuvieron mayor consumo de alimento, seguido de los alimentados con pastoreo + 50% FVH por encima de los que alimentaron con pastoreo + 30% FVH, sin embargo estos últimos son los que obtuvieron una mejor conversión alimenticia.
- Desde el punto de vista financiero el T2 (pastoreo + 30% FVH) demostró ser una alternativa viable y a su vez permite utilizar un recurso local con que cuenta el productor.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la producción de FVH con otros tipos de granos como (arroz, sorgo, maíz) y su efecto en la producción animal en grandes y pequeñas especies de interés zootécnico.
- Probar diferentes niveles de inclusión de FVH en animales completamente en estabulación.

VII. LITERATURA CITADA

- Acosta Lozano, N. V. (2016). Evaluación de la biomasa hidropónica de maíz como alimento para caprinos criollos en crecimiento-ceba (tesis de pregrado). UNIVERSIDAD CENTRAL MARTA ABREU DE LAS VILLAS, UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, Santa Clara, Cuba. Recuperado de [http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7320/Nestor%20Acosta Tesis%20PhD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7320/Nestor%20Acosta%20Tesis%20PhD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Boccanera, M. (2017). Utilización de forraje verde hidropónico en la dieta para caprinos. (tesis de pregrado). Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61201/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Caraguay, D. (2016). UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE AVENA “Avena sativa” CON TRES NIVELES DE ALFALFA “Medicago sativa” EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES EN LA HOYA DE LOJA. Recuperado de Contreras Monserrate, L. (2014). *EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (25, 50, 75%) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - ENGORDE*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/728/1/0.39.pdf>
- Cruz, M.; Sánchez J, M. (1999). La Fibra en la Alimentación del Ganado Lechero. *Nutrición Animal Tropical*. 6 (1): 39-74.
- Cunuhay Pilatasig,O.R.(2013). NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ EN LA DIETA ALIMENTICIA EN ENGORDE DE CERDOS MESTIZOS EN EL CANTÓN LA MANÁ”.(Tesis de pregrado).Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1634/1/T-UTC-1508.pdf>.
- FAO, (2001). Forraje verde hidropónico. Manual técnico; mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de desarrollo infantil del INNFA. Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/53283883/MANUAL-DE-FORRAJE-VERDE-HIDROPONICO>.
- Gianella, T.,Pinzas, T. y Ugas, R.(Marzo,2009). Respuestas al cambio climático. Recuperado de <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol24n4.pdf>.

Herrera-Angulo, A., Depablos-Alvarez, L., Lopez-maduro, R., Benezra-Sucre, M., Rios-Alvarez, L. (Agosto, 2007). degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (zea mays). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. *Revista científica*. 17(4). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/959/95917409.pdf>.

Herrera-Torres., E, Cerrillo-Soto., M.A., Juárez-Reyes., A.S., Ortiz-Murillo., M., Rios-Rincón., F.G, Reyes-Estrada., O, y Bernal-Barragán., H. (Abril 2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Redalyc*, 35(4). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Omar_Estrada3/publication/202283539_Efecto_del_tiempo_de_cosecha_sobre_el_valor_proteico_y_energetico_del_forraje_verde_hidroponico_de_trigo/links/09e4151007880b42cb000000.pdf.

Holmann, F.; Rivas, L.; Argel, P.; y Pérez, E. (2004). Impacto de la adopción de pastos Brachiaria: Centroamérica y México. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/Impacto_adopcion_pastos_Brachiaria_Centroamerica_mexico.pdf.

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17471/1/Daniel%20Leonardo%20Caraguay%20Satama.pdf>

INETER. (2015). Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales. Estación meteorológica del aeropuerto Augusto Cesar Sandino, INETER, Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://www.ineter.gob.ni/>

Maya, G. E., Duran, C.V., y Ararat, E. (2005). Valor nutritivo de pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año. *Acta agronómica*, 54(4). Recuperado de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/123.

Mejía Sovalbarro, L y Mora Taylor, A. (2008) *EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON Moringa oleífera SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA BASAL DE PASTO GUINEA (Panicum máximum Jacq.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

Morales Orueta, A. F. 1987. Forraje Hidropónico y su Utilización en la Alimentación de Corderos Precozmente Destetados. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

- Pérez E, L. (1993). Un método eficaz para el análisis financiero de pequeños y medianos proyectos de inversión. *Área de concentraciones IV desarrollo rural sostenible*. 1(1), 5. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8577e/A8577e.pdf>.
- Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- Rodríguez – Zamora, J. y Elizondo – Salazar, J (2012). Consumo, calidad nutricional y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n1/a01v36n1.pdf>.
- Rodríguez Izabá, M. G., Díaz Villagrán, S. M. (2017). Evaluación técnica-económica del engorde de corderos alimentados con cuatro niveles de forraje verde hidropónico. (tesis de pregrado). Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6104/1/CPA-2017-045.pdf>.
- Sánchez, F., Moreno-Pérez, E.C., Contreras-Magaña, E. y Morales- Gómez, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso en borregos. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v19n4/v19n4a3.pdf>.
- Tello Cano, G.V. (2014). Evaluación del Forraje Verde Hidropónico en la sostenibilidad de explotaciones pecuarias como alternativa de Desarrollo Rural de Guatemala (PROYECTO FODECYT) CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR-OCCIDENTE UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202011.37.pdf>
- Varela-Rojas, M. (2017). Producción de biomasa y calidad nutritiva de Forraje Verde Hidropónico. *Tesis de maestría*. Facultad de ciencia animal. UNA. (en prensa).
- Vargas, R., C.F. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf.
- Vélez, M. 1993. Producción de cabras y ovejas en el trópico. Sección de Comunicación del Programa de Desarrollo Rural. Tegucigalpa, Honduras. 174 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Producción de forraje verde hidropónico (FVH).



Desinfección de la semilla.



Remojo de semilla durante 12 horas.



Oreo de la semilla durante 1 hora.



Remojo durante 12 horas.



Siembra de la semilla en las bandejas



Riego de las plantas.



Riego y aplicación de biol.

Metodología ocupada por la FAO (2014), modificada por nuestras personas

Anexo 2. Análisis bromatológico del FVH

% MS	% PC	% FDA	% FDN
29.68	22.82	27.70	47.07

Anexo 3. Manejo de los animales

