



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO COMERCIAL POR
FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN DIETAS
PARA CONEJOS DE ENGORDA EN TRÓPICO Y
CALIDAD DE LA CARNE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
DE:
LICENCIADA EN ZOOTECNIA

PRESENTA
MARIA DEL PILAR VILLAFAÑE CRUZ

DIRECTOR
DR. JOSÉ LUIS ARCOS GARCÍA

PUERTO ESCONDIDO, OAXACA A AGOSTO DE 2014



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Escondido - Puerto Ángel - Huatulco


OAXACA

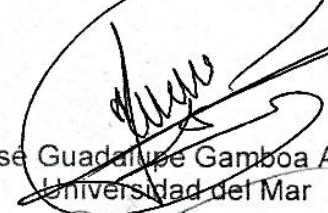
Puerto Escondido Oaxaca, Julio 2014


ACTA DE REVISIÓN DE TESIS


Después de realizar una revisión detallada de la tesis "SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO COMERCIAL POR FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN DIETAS PARA CONEJOS DE ENGORDA EN TRÓPICO Y CALIDAD DE LA CARNE", presentada por la pasante de Licenciatura en Zootecnia **MARIA DEL PILAR VILLAFañE CRUZ** con número de matrícula 08090013, se considera que cumple con los requisitos y calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

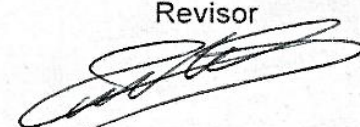
COMISIÓN REVISORA


Dr. José Luis Arcos García
Universidad del Mar
Director


Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado
Universidad del Mar
Revisor


Dr. Roberto López Pozos
Universidad del Mar
Revisor


M. en C. María del Rocío Parada
Hernández
Centro Nacional de Cunicultura
Revisor


M. en C. Jorge Alberto Cruz Torres
Universidad del Mar
Revisor

Dedicatoria

A Dios por ser la fuerza que reina en mi universo.

A mi Mamá la señora Edith Cruz Hernández; no tengo las palabras para expresarte mi eterna gratitud y nunca podré pagarte todo ese amor, apoyo incondicional y sacrificios que me has dado y hecho por mí; por enseñarme desde pequeña a enfrentar la vida con la cara en alto y a ser valiente ante las adversidades.

A mi familia en general por el apoyo incondicional; pero en especial, al señor Francisco Javier Silva, te tocó desempeñar un papel que no era tuyo pero lo hiciste a la perfección y sé que estarás siempre para mí, te quiero papá, a mi abuela Pilar Hernández gracias por los consejos y las pláticas amenas y por supuesto a mi hermano Juan Heladio Silva Cruz por todas las travesuras y alegrías compartidas.

A Bernardo Borja, por ser parte de mi vida y brindarme los mejores momentos, eres motivación e inspiración. Gracias amor.

A mi pedazo de cielo, que guiará cada uno de mis pasos; algún día estaremos juntos.

Cuando una persona desea realmente algo, el universo entero conspira para que pueda realizar su sueño. Basta con aprender a escuchar los dictados del corazón y a descifrar el lenguaje que está más allá de las palabras.

-Paulo Coelho, Escritor

Agradecimientos

A mi director de tesis, *Dr. José Luis Arcos García* por su tiempo, paciencia, regaños e innumerables consejos.

A mis revisores Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado, Dr. Roberto López Pozos, M.C. Jorge Alberto Cruz Torres y a la M.C. María del Rocío Parada Hernández por todo el apoyo y paciencia recibida a lo largo de este camino.

A los profesores la licenciatura en zootecnia por ayudarme en mi formación profesional y por tener las palabras justas para continuar el camino.

Al Dr. Jaime Arroyo Ledezma por su apoyo en la fase experimental facilitando el área de estudio y a los compañeros trabajadores del campo experimental por las facilidades brindadas.

A mis amigos: Bernardo Borja (Don bobis), Eloísa Sampé, Profe Eliud, Profe Abelardo por su apoyo incondicional en el montaje de la fase experimental, a la profesora Gaby Ruelas por su apoyo en la revisión en inglés.

A mis familiares y amigos, que con pequeños detalles han hecho el camino menos complicado: Compañeros de la licenciatura en Zootecnia (Lidia, Cruz, Byanka, Israel, Juanito), a mi padre el señor Israel Villafañe Mendoza por brindarme el regalo de la vida y por las muestras de cariño, también por el apoyo económico, Tía Pao por su apoyo económico para la fase experimental y por su inmenso cariño, así como a mis hermanos Julissa y Vladimir por brindarme la oportunidad de conocerlos y quererlos.

Índice

Índice de Cuadros	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Cuadros del Apéndice	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Situación del sector agropecuario en México	3
2.2 Situación mundial, nacional y regional de la producción de carne de conejo ..	4
2.2.1 Consumo per cápita y aporte nutricional	5
2.3 Sistemas de producción cunícola en México.....	7
2.4 Generalidades del conejo	9
2.4.1 Razas de conejos.....	10
2.4.2 Clasificación Taxonómica	13
2.4.3 Requerimientos nutricionales	13
2.4.4 Comportamiento alimenticio del conejo	15
2.4.5 Conejos como productores de carne	16
2.5 Generalidades del forraje verde hidropónico	16
2.5.1 Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico	20
2.5.1.1 Ventajas	20
2.5.1.2 Desventajas	20
2.5.2 Técnica de producción de forraje verde hidropónico	20
2.5.3 Rendimiento	21
2.5.4 Factores que afectan la producción de forraje verde hidropónico	21
2.5.4.1 Calidad de la semilla	21
2.5.4.2 Iluminación	22
2.5.4.3 Temperatura.....	22
2.5.4.4 Humedad.....	22
2.5.4.5 Calidad del agua de riego.....	22
2.5.4.6 pH.....	23

2.6 Alimentos concentrados	23
2.7 Orientación crecimiento-engorda	23
2.8 Sacrificio.....	24
2.8.1 Rendimiento de la canal y despiece	25
2.9 Características de calidad de la carne	26
2.9.1 pH.....	26
2.9.2 Color.....	27
2.9.3 Capacidad de retención de agua.....	28
2.9.4 Firmeza	29
2.10 Indicador Beneficio-Costo	29
III. OBJETIVO GENERAL	31
3.1 Objetivos específicos	31
IV. HIPÓTESIS.....	31
V. MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1 Área de estudio	32
5.2 Instalaciones	33
5.3 Animales experimentales	34
5.4 Duración del experimento.....	34
5.5 Producción de forraje verde hidropónico.....	35
5.6 Tratamientos	36
5.7 Alimentación.....	37
5.8 Sacrificio.....	37
5.9 Variables evaluadas	38
5.9.1. Variables productivas	38
5.9.1.1. Consumo diario de materia seca.....	38
5.9.1.2 Ganancia diaria de peso.....	38
5.9.1.3 Conversión alimenticia	38
5.9.1.4 Medición de pH en ciego.....	39
5.9.2 Variables de la canal	40
5.9.2.1 Rendimiento en canal caliente	40
5.9.2.2 Características físico-químicas.....	40

5.9.2.2.1 pH del músculo.....	41
5.9.2.2.2 Temperatura interna de la canal.....	41
5.9.2.2.3 Color.....	42
5.9.2.3 Características tecnológicas	43
5.9.2.3.1 Capacidad de retención de agua.....	43
5.9.2.3.2 Pérdida de agua por goteo	44
5.9.3 Evaluación de la relación Beneficio-Costo	45
5.9.4 Análisis estadístico.....	46
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
6.1 Características productivas	47
6.1.1 Consumo diario de materia seca.....	47
6.1.2 Ganancia diaria de peso.....	47
6.1.3 Peso final.....	49
6.1.4 Conversión alimenticia	50
6.1.5 pH en el ciego	51
6.1.6 Coeficiente de digestibilidad aparente.....	51
6.2 Variables de la canal	52
6.2.1Peso canal caliente	52
6.2.2Peso canal fría	53
6.2.3 Rendimiento en canal caliente	53
6.3 Características físico-químicas y tecnológicas	54
6.3.1 Medición del pH a los 45 minutos <i>post-mortem</i>	54
6.3.2 Medición del pH a 24 horas <i>post-mortem</i>	54
6.3.3 Temperatura de la canal registrada 45 minutos <i>post-mortem</i>	56
6.3.4 Temperatura de la canal registrada 24 horas <i>post mortem</i>	57
6.3.5 Color.....	57
6.3.6 Capacidad de retención de agua.....	58
6.3.7 Pérdida de agua por goteo	59
6.3.8 Agua libre	59
6.4. Evaluación de la relación beneficio-costo.....	60

VII. CONCLUSIONES	66
VIII. BIBLIOGRAFÍA	67

Índice de cuadros

Cuadro 1. Aporte nutricional de la carne de conejo en comparación con otras carnes	6
Cuadro 2. Vitaminas y minerales presentes en 100 gramos de carne de conejo ..	7
Cuadro 3. Clasificación taxonómica del conejo doméstico.....	13
Cuadro 4. Requerimientos nutricionales para conejos en diferentes etapas fisiológicas	14
Cuadro 5. Comparación bromatológica y análisis de paredes celulares de especies cosechadas bajo el sistema de forraje verde hidropónico.....	19
Cuadro 6. Evolución del rendimiento al momento del sacrificio de conejos neozelandeses en función a su edad	25
Cuadro 7. Comparación de parámetros de color medidos en la superficie de la canal de diferentes músculos en diversas especies	28

Índice de Figuras

Figura 1. Principales productos generados en el sector agropecuario de México (Millones de Toneladas)	3
Figura 2. Mapa de ubicación de las áreas de estudio	32
Figura 3. Instalaciones del experimento	33
Figura 4. Animales experimentales en sus jaulas.....	33
Figura 5. Identificación de los animales experimentales por técnica de tatuado .	34
Figura 6. Pesaje y registro de los animales experimentales previo a la entrada a las instalaciones	34
Figura 7. Módulo de producción para forraje verde hidropónico.....	35
Figura 8 Charolas de germinación con forraje verde hidropónico de trigo y maíz	36
Figura 9. Módulo de producción de forraje verde hidropónico listo para corte.	36
Figura 10. Animal perteneciente al tratamiento 100 % alimento concentrado (izquierda) y Animal perteneciente al tratamiento 75 % alimento concentrado-25 % forraje verde hidropónico (derecha)	37
Figura 11. Sacrificio de los conejos (izquierda) y evisceración (derecha).	38
Figura 12. Pesaje de un gramo de contenido cecal (izquierda) y medición del pH cecal con el potenciómetro (derecha)	39
Figura 13. Pesaje de los conejos vivos (izquierda) y pesaje de las canales (derecha).....	40
Figura 14 Medición de pH del músculo <i>Semimembranosus</i> 45 minutos <i>post-mortem</i> (izquierda) y 24 horas <i>post-mortem</i> (derecha)	41
Figura 15 Medición de la temperatura a los 45 minutos <i>post-mortem</i> (izquierda) y 24 horas <i>post-mortem</i> (derecha).....	42
Figura 16. Medición de color 24 horas <i>post-mortem</i> con espectrofotómetro (izquierda) y canales de conejo a temperatura de laboratorio 24 °C (derecha) ...	42
Figura 17. Pesaje de 0.3 gramos de carne de conejo (izquierda) y muestras en papel filtro presionado a 10 kg/15 min (derecha)	43
Figura 18. Pesaje de 4 gramos de carne de conejo (izquierda) y pérdida de agua por goteo de una muestra (derecha)	44

Índice de Cuadros del Apéndice

Cuadro 8. Relación Beneficio-Costo y Utilidad promedio de los tratamientos	62
Cuadro 9. Características productivas en conejos alimentados con sustitución de alimento concentrado por forraje verde hidropónico de maíz y trigo	63
Cuadro 10. Variables de la canal en conejos alimentados con dietas a base de sustitución de alimento concentrado por forraje verde hidropónico de maíz y trigo.	64
Cuadro 11. Características físico-químicas y tecnológicas de la carne de conejo en dietas a base de sustitución de alimento concentrado por forraje verde hidropónico de maíz y trigo	65

Resumen

Se considera que la utilización de forraje verde hidropónico es adecuada para la alimentación de conejos y es aconsejable su uso en sustitución de alimento concentrado; por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar dietas iso-energéticas e iso-proteicas en la sustitución de alimento concentrado por forraje verde hidropónico (FVH) en trópico seco. Se utilizaron 25 conejos machos de una granja de la región, de la raza Nueva Zelanda, destetados a los 28 días de edad, con peso promedio de 430.8 ± 21.02 g. Se utilizaron cinco tratamientos alimenticios: T1= 100 % Alimento concentrado (AC), T2= 75% AC más 25% FVH; T3= 50% AC más 50% FVH, T4= 25% AC más 75% FVH y T5= 100 % FVH. Los animales se adaptaron a la dieta por 7 días y el periodo de engorda fue de 55 días. Se evaluaron algunas características productivas, calidad de las canales y la relación beneficio-costo. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se realizó una prueba de Tukey para las diferencias de medias con ayuda del paquete estadístico SAS (2010). Los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron bajos ($P > 0.05$) rendimientos de las variables productivas y de la canal. Los tratamientos T1 y T2 producen similar ($P > 0.05$) Ganancia diaria de peso (27.3 y 23.2 g); Peso final (1916 y 1724 g), Conversión alimenticia (2.8 y 1.8) y el mismo Coeficiente de digestibilidad aparente (77.8 y 70.0%); también presentan las mismas características para Peso en canal caliente (1054.8 y 927.4 g), Peso de la canal fría (1054 y 924.4 g) y Rendimiento en canal caliente 56.6 y 53.6 % respectivamente. Existen diferencia ($P < 0.05$) en pH24 *post-mortem* (5.87 ± 0.02), Temperatura 45 minutos *post-mortem* (32.26 ± 0.15), Temperatura 24 horas *post-mortem* (11.64 ± 0.30). No hubo diferencias ($P > 0.05$) en pH 45 *post-mortem*, L*, a*, b*, Capacidad de retención de agua, Perdida por goteo y Agua libre. En la relación Beneficio-Costo los tratamientos T3, T2 y T4 mostraron mayor eficiencia (1.39, 1.34 y 1.25 ± 0.42) ($P < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos siendo la opción más barata de alimentación sin modificar características importantes de la canal.

Abstract

Hydroponic green fodder is suitable for feeding rabbits and it is a great alternative as replacement for concentrate feed. The objective of this research was to evaluate iso-energetic and iso-protein diets in lieu of concentrate by using green forage hydroponic (FVH) in tropical dry food. Twenty five New Zealand breed male rabbits from a local farm, weaned at 28 days of age, and with an average weight of 430.8 ± 21.02 g were used. We used five food treatments: T1 = 100% concentrate (BC), T2 = 75% AC plus 25% FVH; T3 = 50% AC plus 50% FVH, T4 = 25% AC more 75% FVH and T5 = 100% FVH. The animals were adapted to the diet for 7 days and the fattening period was 55 days. Some production characteristics were evaluated: quality of the carcass and benefit-cost relationship. A completely randomized block design consisting of five treatments and five replicates was used, and a Tukey test was used to calculate mean differences using the statistical package SAS (2010). Treatments with hydroponic green fodder in 50, 75 and 100% concentration showed lower ($P > 0.05$) productive variables and carcass yields. Concentrate feed treatments and replacement of hydroponic green fodder, 25% concentrate produced similar ($P > 0.05$) GDP (27.3 and 23.2 g); PF (1916 and 1724 g), CA (2.8 and 1.8) and the same CDA (77.8 and 70.0%); also exhibited the same features for PCC (1054.8 and 927.4 g), PCF (1054 and 924.4 g) and RCC 56.6 and 53.6% respectively. Differences ($P < 0.05$) in *post-mortem* pH₂₄ (5.87 ± 0.02), temperature 45 minutes *post-mortem* (32.26 ± 0.15), temperature 24 hours *post-mortem* (11.64 ± 0.30) were noted. There were no differences ($P > 0.05$) in 45 *post-mortem* pH, L *, a *, b *, CRA, PG. At the treatments T3, T2 y T4 the benefit-cost relation treatment of the diet showed greater efficiency ($1.39, 1.34$ and 1.25 ± 0.42) ($P < 0.05$) with respect to other treatments and it is the cheaper option without changing major carcass traits.