

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EVALUACION BIOECONOMICA DEL RENDIMIENTO EN CANAL DE CONEJOS
NEOZELANDES BLANCO ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE FORRAJE
VERDE HIDROPONICO DE MAIZ BLANCO

POR:

IVON JEANETH MEDINILLA GUARDADO
ROSALINDA VIGIL ORELLANA
CARLOS RENÉ PLATERO MONTOYA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SAN SALVADOR, OCTUBRE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR:

ING. AGR. Y MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

DECANO:

DR. E ING. AGR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO:

ING. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

DOCENTES DIRECTORES:

Ing. Agr. Msc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo

Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval Monterrosa

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACION

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Granja Cunicola “DAGUNÇA” propiedad del Sr. Juan Andrés Gámez Alas, ubicada en el Cantón Istahua, Municipio de Suchitoto, Departamento de Cuscatlán.

En el experimento se evaluó el efecto de la alimentación con dietas mixtas en conejos destetados de la raza Neozelandés blanco durante la fase de engorde, realizando un balanceo de la ración utilizando concentrado comercial y un complemento del 25%, 50%, y 75% de F.V.H. (semilla de maíz blanco pregerminada) para suplir el 100% de los requerimientos nutricionales de los animales, con el objetivo de determinar el tratamiento que registre la mejor rentabilidad económica, conversión alimenticia y el rendimiento en canal al final del periodo de engorde.

Se utilizó el diseño estadístico Completamente al Azar, analizando cuatro tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento, donde dos conejos comprendían una unidad experimental, utilizando 40 conejos en el ensayo. El análisis estadístico se realizó mediante el Análisis de Varianza y pruebas de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$ utilizando el programa estadístico Statistical Analysis Sistem (SAS).

Los tratamientos evaluados durante la investigación se detallan a continuación:

T_0 = Testigo (100% concentrado comercial), T_1 = 75% de concentrado comercial y un 25% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H, T_2 = 50% de concentrado comercial y un 50% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H., T_3 = 25% de concentrado comercial y un 75% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.

El ensayo tuvo una duración de 70 días (desde el 13 de febrero al 27 de abril del 2010), dividida en 2 fases; la fase pre experimental con una duración de 14 días, en la cual se adaptaron los conejos recién destetados al nuevo alimento suministrándolo de manera gradual hasta completar las dietas evaluadas en la fase experimental que duro 56 días hasta completar el engorde.

Las variables evaluadas en el estudio fueron: a) Ganancia de Peso Semanal, b) Consumo de Alimento Semanal, c) Conversión Alimenticia Semanal, d) Rendimiento en Canal.

Para el análisis estadístico se analizarán los datos mediante el programa estadístico System Analysis Statistical V 8.1.

El análisis estadístico de los datos con la utilización del sistema S.A.S. reflejaron resultados no significativos en las variables: Consumo de Alimento, Conversión Alimenticia, Ganancia de Peso $p= 0.35$ y Rendimiento en Canal.

Para el Análisis Económico se utilizó el presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.

El análisis económico demostró que el la utilización de dietas mixtas es una alternativa rentable y que puede ser adoptado por los cunicultores, proporcionándoles rentabilidad al ser de bajo costo la alimentación en fase de engorde de los conejos con suplementaciones de hasta un 75% en la dieta proporcionada.

En el presupuesto se reflejan los costos variables y los beneficios netos (T_3 \$1.63, T_1 \$1.20, T_0 \$1.56 y T_2 \$1.45) los cuales serán las bases para los cálculos de las herramientas económicas como: presupuesto parcial, análisis de dominancia y en este caso por la dominancia de uno sobre todos los demás tratamientos no es posible calcular la tasa de retorno marginal.

AGRADECIMIENTOS

A Sr. JUAN ANDRÉS GAMEZ ALAS

Por habernos permitido realizar en su propiedad la fase práctica de la investigación.

A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES

Ing. Agr. Msc Napoleón Edgardo Paz Quevedo

Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval Monterroza.

Por su importante colaboración y observaciones hechas en la elaboración de este documento.

A ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

Por su aportación desinteresada a este trabajo de investigación durante todo su desarrollo.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR

Ing. Agr. Gino Orlando Castillo Benedetto

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Ing. Agr. Carlos Ruano Iraheta

Por sus valiosas y acertadas observaciones con el fin de mejorar el contenido de esta investigación.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Por proporcionarnos nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y LA SANTÍSIMA VIRGEN MARIA

En quienes siempre he puesto mi fe y he tomado como fortaleza en mi vida y me acompañan a lo largo del camino.

A MIS PADRES

Gonzalo Medinilla Fermán (Q.D.D.G.) a quien guardo en mi corazón donde siempre ha estado y con quien hubiera deseado compartir este logro.

Dina Angélica Guardado de Medinilla, gracias por aguantarme en mis días de estrés.

Debo a ustedes todo y gracias por haber forjado en mí el ser humano que soy, gracias por su amor incondicional y su paciencia día a día en todo momento.

A MIS HERMANOS

Gonzalo Alexander (Q.D.D.G.)

Karla Ivette

Mario Ernesto

Quienes siempre me han demostrado su cariño y me apoyaron en continuar mis estudios, compartiendo conmigo el largo camino a la culminación de mi carrera, gracias se les quiere mucho.

A MI SOBRINO

Ernesto Alexander quien ha llenado de alegría mis días aun cuando mis ánimos no eran los mejores con su ternura y cariño siempre me regalo una sonrisa y un te quiero poquito.

A MIS DOCENTES

Quienes agradezco su dedicación y su amistad en mi formación profesional:

Ing. Arg. Napoleón Edgardo Paz gracias por haber aceptado ser mi docente director, M.V.Z. Eduardo Bonilla quien en muchos momentos difíciles tubo la paciencia de escucharme y aconsejarme, M.V.Z. Gustavo Figueroa quien un día me invito a participar en la clínica de especies menores y ha tenido la paciencia de formarme de manera practica en esta área gracias por el apoyo y la oportunidad.

Gracias a ustedes maestros que me forjaron no solo en conocimientos sino que me enseñaron de ética.

A MIS AMIGOS CERCANOS

Quienes compartieron conmigo tantos años entre alegrías y decepciones durante la carrera ellos: Gloria, Ille, Juan Carlos, Karen, M^a. Claudia, Fausto, Toño, Rosalinda, Artemisa, Liliana y muchos que no puedo enfatizar.

A MIS COMPAÑEROS DE CLINICA.

Con quienes he compartido en la realización de mi servicio social así como en las practicas posteriores: Gerson, Cristy , Archila , Johaira , Ligia, Delfy, Advenia, Jennifer, Manuel, entre otros.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Con quienes no pensé compartir esta etapa final de la carrera y que ahora culminamos, gracias por la paciencia en este trayecto final ahora podemos decir con todo merito “por fin terminamos”.

IVON JEANETH MEDINILLA GUARDADO

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGENCITA DE GUADALUPE

Por haberme dado fortaleza y guiarme en el camino de la sabiduría para lograr culminar mi carrera.

A MIS PADRES

Ronoel Vigil López y Rosalinda Orellana de Vigil

Por haberme dado la vida y orientación para ser una persona de bien.

A MI ESPOSO

Rolando Mauricio Martínez Solórzano

Quien siempre ha creído en mí y ha sido un pilar muy importante en mi vida, ya que me impulso a seguir adelante mi carrera para poder ser una mejor persona para nuestra familia y así lograr culminar esta fase de mi vida. Gracias por todo tu apoyo mi amor Te Amo muchísimo.

A MIS HIJAS

Valeria Michelle Martínez Vigil y Violeta María Martínez Vigil

Quienes forman una parte muy especial en mi vida, pues ellas han sido mi fuente de inspiración para lograr las metas propuestas. Gracias a mi princesita Valeria pues ella siempre me acompañaba a mis clases cuando me tocaba salir tarde, Te Amo mi pulguita bella. Y mi bebé que desde mi vientre ha soportado todos los altos y bajos de esta investigación.

A MIS HERMANOS

Miguel Ángel Amaya Orellana y Ronoel Vigil Orellana

A pesar que no creían en que terminaría mi carrera, siempre estuvieron al tanto de mi progreso, por lo menos a distancia pero les agradezco su interés.

A MIS FAMILIARES

A todos muchas gracias por su comprensión y sobre todo su apoyo en los momentos más difíciles en los cuales de alguna u otra forma necesite de su ayuda y siempre estuvieron ahí. Gracias a mis cuñad@s, sobrin@s, ti@s y demás familia.

A MIS AMIGOS

Gracias por esos momentos que compartimos juntos, tanto dentro como fuera de las aulas de clases; Cristi, Gerson, Wendy, Viole, Silvia, Paty, Pao, Javier, Marce, Joaquín, Crespo, Toñito, Fausto, y todos aquellos que en algún momento de nuestra vida compartimos muchas buenas experiencias.

A MIS COMPAÑEROS DE CLINICA.

Con quienes he compartido muchas experiencias divertidas, así como prácticas donde cada uno expresaba su conocimiento; nos divertimos y ahora todos estamos a un solo paso de ser profesionales. Gerson, Cristy , Archila , Johaira , Ligia, Delfy, Advenia, Jennifer, Toño, lyn, Criseto,

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Con quienes compartimos momentos difíciles en lo largo del desarrollo de nuestro trabajo de investigación, gracias por su apoyo.

A MIS DOCENTES

A mis queridos docentes quienes en mi desempeño como estudiante siempre estuvieron presentes con su apoyo incondicional y su paciencia, Gracias M.V.Z Gustavo Figueroa, M.V.Z Eduardo Bonilla, M.V.Z Oviedo, M.V.Z Gamero, Ing. Agr. Msc. Napoleón Paz Quevedo, Ing. Agr. Gino Castillo Benedeto, Ing. Agr. Homero y todos aquellos que me formaron.

ROSALINDA VIGIL ORELLANA

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Quien me ilumino y me brindo en forma certera toda su sabiduría durante mis estudios.

A MIS PADRES

José Luíz Platero y Amanda Montoya de Platero (Q.D.D.G)

Quienes me brindaron su apoyo emocional en mi formación profesional.

A MI ESPOSA

Ruth Consuelo Flores

Quien me brindo su valioso apoyo, entusiasmo y comprensión en cumplir mis metas.

A MIS HIJOS

Carlos René Platero Flores y Gilberto José Platero Flores

Quienes fueron fuente de inspiración para culminar mis estudios.

A TODA MI FAMILIA

Quienes me entusiasmaron y me apoyaron en continuar mis estudios, especialmente mi hermano Víctor Daniel Platero Montoya y a todos mis amigos.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Con quienes no pensé compartir esta etapa final de la carrera y que ahora culminamos.

A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS

Por su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

CARLOS RENE PLATERO MONTOYA

INDICE GENERAL

1.	Introducción.....	1
2.	Revisión de literatura.....	2
2.1.	Generalidades del Forraje Verde Hidropónico.....	2
2.2.	Antecedentes del Forraje Verde Hidropónico.....	4
2.3.	Experiencias del uso de Forraje Verde Hidropónico en conejos.....	6
2.3.	Experiencias en El Salvador.....	6
2.4.	Técnica de riego de las bandejas.....	7
2.5.	Técnica de hidroponía.....	7
2.6.	Generalidades de los conejos.....	9
2.6.1	Clasificación taxonómica del conejo.....	9
2.6.2.	Anatomía y fisiología del aparato digestivo del Conejo.....	10
2.6.3.	Componentes principales en la dieta en un Conejo.....	11
2.6.4.	Tipos de alimentación.....	12
2.6.5.	Requerimientos nutricionales para conejos de engorde.....	13
2.6.6.	Manejo de la alimentación.....	14
2.6.7.	Alimentación durante la lactación.....	14
2.6.8.	Conversión alimenticia.....	14
2.6.8.1.	Características zootécnicas que condicionan el consumo de alimento y determinan la conversión alimenticia.....	15
2.6.8.2.	Índice de transformación de los gazapos de los 30 – 90 días.....	15
2.6.9.	Manejo de los gazapos.....	15
2.6.10.	Controles de producción.....	16
2.6.10.1	Fichas para reproductoras.....	16
2.6.10.2.	Fichas para gazapos de engorde.....	16
2.6.11.	Destete de los gazapos.....	17
2.6.12.	Engorde.....	17
2.6.13.	Faenado.....	17
3.	Materiales y métodos.....	19
3.1.	Ubicación del ensayo.....	19
3.2.	Instalaciones y equipo.....	19
3.2.1.	Para conejos en fase de engorde.....	19

3.2.1.1.	Galera.....	20
3.2.1.2.	Jaulas.....	20
3.2.1.2.1	Limpieza y desinfección de jaulas.....	21
3.2.2.	Para el forraje verde hidropónico.....	21
3.2.2.1.	Descripción de las Variables de Maíz	21
3.2.2.2.	Cuarto de germinación.....	21
3.2.2.3.	Bandejas plásticas y estante de germinación.....	21
3.2.3	Descripción de las Unidades Experimentales	22
3.3.	Metodología de campo.....	22
3.3.1	Formulación de las dietas mixtas.....	22
3.3.2.	Duración del experimento.....	24
3.3.2.1.	Fase pre experimental.....	24
3.3.2.2.	Fase experimental.....	24
3.3.3.	Técnica de hidroponía utilizada en la investigación.....	25
3.3.3.1.	Materiales.....	25
3.3.3.2.	Procedimiento de siembra durante el ensayo.....	25
3.3.3.3	Manejo del cultivo hidropónico.....	27
3.3.4.	Manejo de la alimentación.....	27
3.3.5.	Proceso de faenado.....	27
3.4.	Metodología estadística.....	28
3.4.1.	Factor de estudio.....	28
3.4.2.	Diseño estadístico.....	28
3.4.3.	Descripción de los tratamientos de estudio.....	29
3.4.4.	Modelo matemático.....	29
3.4.5.	Distribución Estadística.....	29
93.4.6.	Variables a evaluar.....	30
3.5.	Metodología económica.....	31
3.5.1.	Presupuesto Parcial.....	31
3.5.2.	Análisis de Dominancia.....	31
3.5.3.	Tasa de Retorno Marginal.....	31
4.	Discusión de resultados.....	32
4.1.	Análisis estadístico de las variables.....	32
4.1.1	Consumo de alimento semanal en Materia Seca.....	32

4.1.2.	Ganancia de peso semanal.....	33
4.1.3.	Conversión alimenticia semanal.....	34
4.1.4.	Rendimiento en canal.....	35
4.2.	Análisis económico.....	36
4.2.1.	Presupuesto Parcial.....	36
4.2.1.1.	Análisis Marginal.....	37
4.2.2.	Análisis de Dominancia.....	38
4.2.3.	Tasa de Retorno Marginal.....	39
5.	Conclusiones.....	40
6.	Recomendaciones.....	41
7.	Bibliografía.....	42
8.	Anexos.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Comparación nutritiva con otros forrajes.....	3
Cuadro 2	Composición bromatológica y estructural las diferentes partes de forraje de maíz hidropónico.....	3
Cuadro 3	Composición química de las soluciones nutritivas.....	4
Cuadro 4	Análisis proximal del FVH de maíz blanco.....	5
Cuadro 5	Densidad de siembra y biomasa forrajera en kg. /mt ²	5
Cuadro 6	Proceso diario del trabajo en el forraje verde hidropónico.....	7
Cuadro 7	Cantidad de alimento a suministrar a conejos en fase engorde gr. / día.....	11
Cuadro 8	Especificaciones nutricionales del concentrado comercial.....	12
Cuadro 9	Requerimientos nutricionales de conejos en fase de engorde....	13
Cuadro 10	Efecto del tipo de presentación de las canales sobre el rendimiento al sacrificio del conejo.....	18
Cuadro 11	Influencia de las condiciones previas al sacrificio sobre el rendimiento de la canal en conejos.....	18
Cuadro 12	Análisis bromatológico del F.V.H.....	21
Cuadro 13	Concentrado - F.V.H. ofrecido por tratamiento por día por periodo.....	22
Cuadro 14	Distribución estadística del experimento (ANVA).....	27
Cuadro 15	Comportamiento de la conversión alimenticia promedio semanal.....	28
Cuadro 16	Presupuesto Parcial.....	35
Cuadro 17	Análisis de Dominancia.....	37
Cuadro A-1	Cálculo de composición nutritiva de las mezclas para Alimentación de conejos as feed (tal como ofrecido).....	54
Cuadro A-2	Cálculo de composición nutritiva de las mezclas para Alimentación de conejos Materia Seca	55
Cuadro A-3	Periodo de 30-40 días.....	56
Cuadro A-4	Periodo de 41 - 50 días.....	57
Cuadro A-5	Periodo de 51 - 70 días.....	58
Cuadro A-6	Periodo de 71 - 90 días.....	59

Cuadro A-7	Reporte del Análisis bromatológico del F.V.H.....	60
Cuadro A-8	Flujo de siembra de semilla de maíz.....	61
Cuadro A-9	Conversión de grano de maíz a F.V.H. (kg/mt ²).....	61
Cuadro A-10	Cálculo de la cantidad de agua de riego.....	62
Cuadro A-11	Pesos al inicio del estudio (Kg.).....	62
Cuadro A-12	Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.....	63
Cuadro A-13	Ganancia de peso promedio semanal en (kg).....	65
Cuadro A-14	Análisis de varianza para la variable ganancia de peso semanal.	65
Cuadro A-15	Conversión alimenticia promedio semanal	67
Cuadro A-16	Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.....	67
Cuadro A-17	Rendimiento en canal en (kg).....	69
Cuadro A-18	Análisis de varianza para la variable rendimiento en canal.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento de los tratamientos con respecto consumo de alimento promedio semanal (Kg.).....	32
Figura 2	Comportamiento de los tratamientos con respecto a la ganancia de peso promedio semanal (Kg.).....	33
Figura 3	Comportamiento de los tratamientos con respecto a la conversión alimenticia.....	34
Figura 4	Comportamiento de las medias de los tratamientos con respecto al rendimiento en canal (%).....	35
Figura A-1	Masa forrajera del F.V.H. de maíz.....	46
Figura A-2	Invernadero en condiciones ambientales controladas.....	46
Figura A-3	Soluciones nutritivas comerciales A Y B.....	46
Figura A-4	Anatomía del aparato digestivo del conejo.....	47
Figura A-5	Mapa de ubicación del proyecto de investigación y del cantón de Istagua, departamento de Cuscatlán.....	47
Figura A-6	Galera a utilizar para el desarrollo del experimento.....	48
Figura A-7	Jaulas utilizadas en el experimento.....	48
Figura A-8	Comederos y bebederos utilizados en el experimento.....	48
Figura A-9	Limpieza y desinfección de las jaulas.....	49
Figura A-10	Estante de germinación.....	49
Figura A-11	Procedimiento de siembra durante el ensayo.....	51
Figura A-12	Proceso de faenado.....	52

1. INTRODUCCION

La producción cunícola ha sido practicada desde hace muchos años, fundamentando la nutrición en el uso de alimento concentrado comercial; dando como resultado altos costos de producción. La industria cunícola sufre constantes aumentos de precio en los alimentos, Principalmente en materias primas importadas como la harina de soya la cual es básica por sus aportaciones proteicas. Uno de los problemas que han afectado la explotación cunícola, han sido la falta de conocimientos que poseen los productores sobre nuevas alternativas de alimentación, características biológicas de la especie y técnicas sostenibles de manejo.

Existe un interés creciente de la población, en producir parte de sus alimentos, y dado que el conejo puede mantenerse en espacios reducidos y alimentarse con forrajes y subproductos vegetales, se ajusta en gran medida a las condiciones socio-ambientales de nuestro medio, aun disponiendo de escasos recursos financieros y poco terreno. Una de las posibles formas de aumentar la eficiencia productiva podría enfocarse hacia una mejora en la conversión alimenticia, a través de un sistema de alimentación con forraje verde hidropónico (F.V.H.) que presenta grandes expectativas para la producción animal, debido al elevado rendimiento y bajo costo que representa producirlo.

En El Salvador, el uso de F.V.H. proveniente de semilla de maíz blanco pregerminado aún no se ha investigado como alternativa de alimentación en conejos, sin embargo, su alto contenido de materia seca y proteína producido en pequeñas áreas, sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola o grandes cantidades de agua, despiertan importantes expectativas en el ámbito agropecuario (Altusar, 1991 y Argores, 2003).

Con el presente estudio se determinó la mejor rentabilidad económica, así como el rendimiento en canal de los conejos alimentados con dietas combinadas mediante una sustitución del concentrado comercial por un 25%, 50%, y 75% de F.V.H. (semilla de maíz blanco pregerminada) contribuyendo a disminuir los costos de producción por kilogramo de carne faenada.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Generalidades del forraje verde hidropónico.

Cultivo hidropónico, es un término aplicado al cultivo de plantas en soluciones nutritivas, sin emplear la tierra como sustrato. Es un método utilizado para cultivar plantas, usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola. La palabra hidroponía proviene del griego, *hydro*=agua y *ponos*=trabajo (Beorlegui, 1989).

El forraje verde hidropónico (F.V.H.) es un forraje vivo que se utiliza para alimentar animales de granja que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento temprano de las plántulas, las cuales pueden ser gramíneas y leguminosas (Altusar, 1991).

La producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que este se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas (figura A-1). Es una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 %, con una digestibilidad de 85 % a 90 %, higiénico y libre de contaminaciones. Este sistema hidropónico, esta considerado como un concepto nuevo de producción, ya que para ello, no se requieren de grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción, ni formas de conservación y almacenamiento (Chang, *et al*, 2000).

Se produce preferiblemente en invernaderos (figura A-2), 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 constante la producción animal (Izquierdo, 2002).

Se deben tener semillas para el cultivo de los forrajes, libres de pesticidas, hongos y bacterias perjudiciales. Las semillas certificadas son muy caras y tienen agregados de sustancias químicas que pueden no ser aptas para este cultivo de forrajes (Lomelí Zúñiga, 2000).

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 15 días, realizando riegos con agua hasta que los brotes alcancen una altura de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento, se continúan los riegos con una solución nutritiva, la cual tiene por finalidad, aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado. El F.V.H. de maíz es un forraje de alta calidad, superior a otros

forrajes (cuadro 1 y 2), el cual se suministra al ganado en forma completa (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una completa fórmula de carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos (Morales, *et al* 2002).

CUADRO 1: Comparación nutritiva con otros forrajes.

Nutriente	F.V.H.	Alfalfa	Maíz Chala*
Proteína %	19.4	18.4	8.8
Energía NDT %	75	60	70
Grasa %	3.15	2.14	1.9
Digestibilidad %	90	65	60

* Maíz con planta entera. Fuente: Hidalgo, 1985.

En todos los resultados mencionados anteriormente el sistema de producción de F.V.H. ha posibilitado obtener mayor calidad de carne, aumento del peso vivo a la fecha de faena y disminución de los costos de producción por sustitución parcial de la ración por F.V.H. (Hidalgo, 1985; Arano, 1998; Morales, 2002).

CUADRO 2: Composición bromatológica y estructural de las diferentes partes del

F.V.H.

Nutriente	Parte de la planta		Planta entera
	Follaje	Raíz	
Extracto Etereo (%) †	7.39 a	3.73 c	5.00 b
Proteína Cruda (%)	33.54 a	13.76 c	19.44 b
Matéria Seca (%)	7.72 c	15.50 b	14.43 b
Fibra Ácida Detergente, (%)	29.06 b	14.62 d	20.94 c
Fibra Neutra Detergente (%)	52.55 b	36.71 c	41.46 c

† Letras distintas en una misma fila indicaron diferencias significativas (Tukey, $P < 0,01$) Fuente: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2001.

2.2 Antecedentes del forraje verde hidropónico

El cultivo sin tierra de plantas comenzó en la década de 1940 como resultado de las técnicas empleadas por los fisiólogos vegetales Robert B. y Alice P. Withrow en experimentos de nutrición vegetal, desarrollados en Chile, Perú y España. Los métodos más recientes de cultivo sin tierra difieren en algunos detalles, pero tienen dos rasgos comunes: los nutrientes se suministran con soluciones A y B de forma líquida (cuadro 3 y figura A-3) las plantas se cultivan en bandejas, las cuales conservan y transportan la solución de nutrientes desde su lugar de almacenamiento hasta las raíces (Hidalgo, 1985).

Durante los últimos años se viene mostrando un interés creciente, por el daño al medio ambiente, que con la alternativa de la hidroponía se trata de evitar, facilitando mediante estos cultivos, obtener forrajes con menos exposición a tóxicos o sustancias nocivas a la salud durante el desarrollo del cultivo (Beorlegui, 1989; Carrasco, 1996; Chang *et al*, 2000).

CUADRO 3: Composición química de las soluciones nutritivas.

SOLUCION "A"		SOLUCION "B"	
SALES MINERALES	CANTIDAD	SALES MINERALES	CANTIDAD
Nitrato de Sodio	355 gr.	Sulfato de Magnesio	492 gr.
Sulfato de Potasio	113 gr.	Sulfato de Cobre	0.48 gr.
Superfosfato Normal	142 gr.	Sulfato de Manganeso	2.48 gr.
Sulfato de Magnesio	100 gr.	Sulfato de Zinc	1.20 gr.
Sulfato de Hierro	4 gr.	Acido Bórico	6.20 gr.
		Molibdato de Amonio	0.02 gr.
		Quelato de Hierro	50 gr.

Fuente: Hidalgo, 1985

Se conoce que las semillas de maíz blanco contienen un 8% de proteína cruda, incrementándose hasta el 16% de proteína cruda al transformarse en F.V.H., (cuadro 4) siendo esta la principal ventaja, en comparación con el uso tradicional de concentrados comerciales. (López, 1996).

CUADRO 4: Análisis proximal de FVH de maíz blanco.

Proteína	18.80 %
Energía Metabolizable	3.216 K/cal/Kg M.S
Digestibilidad	83 % al 90 %
Proteína Digestible	90 %
Caroteno	24.9 UI/kg
Calcio	0.104 %
Fósforo	0.48 %
Magnesio	0.145 %
Hierro	213 ppm
Zinc	35.0 ppm
Manganeso	310 ppm

Fuente: López, 1996

Los F.V.H. son colocados en condiciones de sombra protegidos de viento y humedad relativa, para evitar la evaporación del agua, resequedad de la semilla y muerte embrionaria; los riegos se realizan de 3 a 4 veces al día, evitando el exceso de agua que pueda ahogar la semilla o provocar el crecimiento de hongos en ella. Con el uso de 1 Kg. de semilla sembrada / m^2 al cabo de 2 semanas (tiempo óptimo para la cosecha del F.V.H.) se convertirá en una biomasa forrajera de 6 a 8 kilos, que es consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas) constituyendo un alimento de primera calidad para un óptimo desarrollo de los conejos (Arano, 1998). Al respecto también Izquierdo (2002), hace referencia a la densidad de siembra del maíz en un estudio de la FAO en 2002 (cuadro 5) con producciones de biomasa forrajera que sobrepasan los 13 kg. Con una densidad de siembra de 2.2 a 3.4 kg. / m^2 .

CUADRO 5: Densidad de siembra y biomasa forrajera en kg. / m^2 .

Semilla	Según FAO	
	Densidad de siembra	Producción de biomasa forrajera
MAÍZ	2.2-3.4	13.2 – 20.4
TRIGO	2.2-3.4	13.2 – 20.4
CEBADA	2.2-3.4	13.2 – 20.4
SORGO	2.2-3.4	13.2 – 20.4

Fuente: Izquierdo, J., 2002.

El F.V.H. es un sistema de producción de biomasa vegetal higiénico y de alta calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología del F.V.H. es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies para cultivo forrajero tradicional. Dentro del contexto anterior, el F.V.H. representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas, entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde (Bautista, 2002; Nava, *et al*, 2005).

2.3 Experiencias del uso de F.V.H. en conejos:

Gastelum (2000), en su tesis realizada encontró que la conversión alimenticia de conejos alimentados con germinado de maíz fue de 69.44 gramos de germinado por un gramo de aumento de peso, y de 16.45 gramos de alimento balanceado por gramo de aumento de peso y con un costo de 5.8 veces más que al alimentarlo con germinado. Se han usado en casos de sustitución en la alimentación de conejos, hasta el 75% del concentrado por F.V.H. de cebada sin que haya afectado la eficiencia en la ganancia de peso, alcanzándose el peso de faena (2.1 a 2.3 Kg. de peso vivo) a los 72 días.

Otros ensayos realizados por grupos de productores de la localidad de Rincón de la Bolsa (Uruguay), indicaron que los conejos en etapa de engorde aceptan sin dificultad entre 280 y 400 gramos de F. V. H., /día y obtenían el peso de faena a los 72 o 75 días en forma similar a los conejos alimentados exclusivamente con ración balanceada. Estos resultados han tenido un alto impacto técnico, económico y social en Uruguay, posibilitando la generación de ingresos, la alimentación familiar y el mantenimiento de la producción a productores cunícolas afectados por los altos costos de los concentrados (Beorlegui, 1989).

2.3.1 Experiencias en El Salvador

En el municipio de Cojutepeque se realizó una visita a la granja "LAPA" propiedad del Ing. Agr. Franklin Adalberto Rivera, quien tiene experiencia en la siembra y producción de F.V.H. para alimentación de ganado lechero, realizando riegos solo con agua, contribuyendo con sus consejos a conocer los problemas más comunes en el manejo del vivero, como es la entrada de los rayos solares que reduce el proceso de fotosíntesis

efectivo, perforación de las bandejas para permitir el escurrimiento, que la semilla a seleccionar tenga una buena germinación, realizar una limpieza y desinfección de las bandejas después de la cosecha.

2.4. Técnica de riego de las bandejas.

El riego en las bandejas de crecimiento del F.V.H. debe realizarse sólo a través de micro aspersores, o con una mochila de mano. El riego por inundación no es recomendado, dado que causa generalmente excesos de agua que provocan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones, que pueden causar, inclusive la pérdida total del cultivo. Al comienzo (primeros 4 días) no deben aplicarse más de 0.5 litros de agua por m² por día, hasta llegar a un promedio de 0.9 a 1.5 litros por m². El volumen de agua de riego está de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de F.V.H. Un indicador práctico que se debe tener en cuenta, es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas, al igual que su respectiva masa radicular (Chang, *et al* 2000).

2.5. Técnica de hidroponía:

Esta técnica se explica en detalle en el cuadro 6 haciendo una descripción cronológica de las actividades.

CUADRO 6: Proceso diario del trabajo en el F.V.H.

Fecha	Actividad	Esperado	Observaciones
Día 1 Remojo	Limpiar el grano separando basura y granos quebrados. Lavar la semilla con agua e ir cambiándola hasta que quede el agua transparente. Luego desinfectar agregando 10 cc de lejía/litro de agua por 3 minutos y luego se lavará solo con agua 3 veces hasta retirar completamente la lejía. Se colocarán en un recipiente plástico para sumergirlas por 12 horas en agua limpia (1litro de agua por kilo de semilla)	Que sólo queden para germinar semillas con vigor.	A veces el comerciante mezcla semilla nueva y vieja y esto provoca fallas en la germinación.

Día 2 Reposo	A las 12 horas de estar en remojo, se saca toda el agua y se someterá a una hora de oreo al aire. Luego otras 12 horas sumergidas en agua limpia y otra hora de oreo al aire.	Que la semilla esté saturada de agua y que emerjan las raíces	Si el balde donde está el grano en reposo tiene acumulación de agua, esa parte no germinará.
Día 3 - 4 Siembra	Luego se procede a "sembrar" en bandejas de 40 x 60 cm., a efecto que se inicie el proceso de germinación, dejándolo por 48 horas tapado con papel periódico húmedo y en una bolsa negra de plástico.	Germinación esperada de un 96% de los granos.	Las raíces tendrán una longitud de uno a tres centímetros.
Día 5 Desarrollo de la raíz	Vigilar su desarrollo. Regar 4 a 6 veces al día donde únicamente se le efectúan pequeños rocíos de agua para lograr que la semilla germine y surja mayor desarrollo de raíces	Desarrollo de las raíces.	Se riega con atomizador hasta que escurre el agua. .
Día 6 Las primeras hojas	Regar con solución nutritiva A y B, de aquí en adelante se le darán 6 riegos por día con la solución: 1 ml de solución A diluida en 1 lt de agua corriente y 0.5 ml de solución B diluida en el mismo litro de agua, no deben contaminarse estas soluciones antes de mezclarse, porque pueden precipitarse.	Desarrollo de raíces.	Empiezan a salir las primeras hojas; se retiene más agua.
Día 7 Los granos tienen hojas	Regar 3 a 4 veces al día con solución nutritiva	Las hojas cubren las raíces.	Se retiene más agua y se ocupan menos riegos.
Día 8 Crecimiento	Regar 3 a 4 veces al día con solución nutritiva	No dejar que las plantas se deshidraten	Ya se nota el tapete verde.

Día 9 Crecimiento	Regar 3 a 4 veces al día con solución nutritiva.	En esta etapa ya se puede dar.	
Días 10 - 15 Crecimiento	Esperar que el cultivo cumpla 15 días, de los cuales los 4 últimos días, sólo se riega con agua, para desmineralizar la base radicular. La cosecha se dará cuando el forraje tenga una altura de 20 a 25 cm., una vez cosechado el F.V.H. debe ser oreado por 3 horas antes de ser suministrado a los conejos en el ensayo.	El germinado es adecuado para darlo a los animales. Pesarse para ver cuanto rendimiento se obtuvo	Después del día 15 el germinado empieza a mostrar desnutrición. Se debe medir la altura y el peso obtenido. Ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de materia seca y de calidad en general del FVH resultante.

Fuente: Resh, Howard 2001.

2.6 Generalidades de los conejos

2.6.1 Clasificación taxonómica:

Reino: Animal

Subreino: Metazoos

Phylum: Cordados

Subphylum: Craneados

Clase: Mamíferos

Subclase: Vivíparos

Orden: Lagomorfos

Familia: Leporidae

Subfamilia: Leporinae

Genero: Oryctolagus

Especie: Cuniculus

Fuente: (Leonart, 1980)

2.6.2 Anatomía y fisiología del aparato digestivo del conejo

El tubo digestivo de los conejos es peculiar, su estómago es muy pequeño, y las paredes de este órgano son delgadas y apenas musculadas. (figura A-4). El alimento, se mueve a través del intestino, empujado por la porción de alimento inmediatamente superior, que a su vez se mueve empujada por la anterior y así sucesivamente (transito pasivo). Poseen un ciego, en el que la celulosa se transforma en sustancias digeribles para el conejo, por acción de las bacterias que allí viven. Las peculiaridades de sus procesos digestivos hacen que los conejos necesiten una dieta muy especial. Debe de contener gran cantidad de celulosa para regular la velocidad de pasaje dentro del tracto gastrointestinal durante el proceso de digestión, además los conejos necesitan comer frecuentemente para que el transito del alimento se mantenga, por lo que comen pequeñas cantidades cada vez. Se ha estimado que un conejo puede ingerir alimento hasta 80 veces al día. Otra particularidad de los lagomorfos es que llevan a cabo cecotrofia de manera fisiológica. Los alimentos en el ciego se degradan dando lugar a numerosos compuestos a los que se suman vitaminas generadas por las bacterias que allí viven. El paso del alimento desde el ciego hasta el ano no permite al animal absorber todos los nutrientes que contiene, por eso necesita que pasen una segunda vez por su intestino delgado (Beorlegui, 1989).

Existen dos tipos de deposiciones:

Las primeras, es un contenido intestinal de consistencia blanda, producidas sobre todo por la noche, que recuerdan vagamente a las uvas encapsuladas, de superficies brillantes y más voluminosas que las normales que reciben el nombre de cecotrofos (contenido cecal). Las segundas, son las típicas bolitas duras y secas (heces o cagarrutas), que son el resultado del segundo tránsito intestinal. El animal ingerirá los cecotrofos, directamente desde su ano. Esta cecotrofia le permitirá aprovechar las vitaminas y proteínas producidas por las bacterias del ciego, además de la celulosa degradada. Si el animal no puede ingerir este tipo de heces va a sufrir trastornos digestivos y dietéticos importantes. Los conejos pueden consumir y aprovechar eficientemente, una gran variedad de vegetales tales como: forrajes verdes y secos, restos de cosecha, hortalizas etc. (Beorlegui, 1989).

2.6.3 Componentes principales en la dieta de un conejo.

En la dieta alimenticia de los conejos son componentes esenciales el forraje seco, alimentos concentrados y los alimentos verdes. El forraje, fresco o seco, debería ser el componente principal de la dieta. El cunicultor puede optar por varios regímenes alimentarios: desde suministrar productos naturales, como sub-productos caseros, forrajes verdes o secos, raíces, tubérculos, cereales, etc., hasta el empleo de productos manufacturados, como los piensos balanceados, pasando por alimentación mixta. En la alimentación, en general, debe tenerse en cuenta el volumen de la ración total suministrada, (cuadro 7) la cantidad, la calidad y el número de comidas, por que se debe evitar que por exceso de volumen, aparezcan timpanizados o engorden demasiado; que por un defecto de calidad, enfermen o disminuya la producción, y que por el número de comidas, aumente excesivamente el gasto de mano de obra. Los alimentos verdes pueden constituir el 45 % de la dieta en el conejo doméstico, pero hay que acostumbrar poco a poco al animal. Si el conejo no está acostumbrado al alimento fresco, deberemos de ir aumentando todos los días poco a poco su cantidad hasta alcanzar los límites deseados. No cambiar bruscamente la dieta de los conejos o introducir de golpe un alimento nuevo (Nava, *et al* 2005).

CUADRO 7: Cantidad de alimento a suministrar a conejos en fase de engorde (gr/ día).

EDAD (DIAS)	CANTIDAD DE RACION	
	gr / día	onz / día
30 a 40	56,75	2
41 a 50	85,13	3
51 a 70	113,5	4
71 a 100	141,88	5

Fuente: Beorlegui, 1989

2.6.4 Tipos de alimentación

Puede ser de cinco maneras distintas:

- Única: Un solo tipo de pienso, que se suministra a todos los animales de la granja.

- Doble: Dos tipos de pienso, uno distribuido en la maternidad, racionando a los machos, hembras gestantes y reposición, y otro en el engorde, suministrando siempre a voluntad.
- Mixta: Además de pienso, se suministra forraje y heno.
- Complementaria: En función del estado reproductivo y de la época del año, pueden adquirirse piensos que complementan la ración o se suministran de forma básica durante un período determinado.
- Especial: Si la granja sufre una epizootia concreta (tiña) o se desea realizar un tratamiento (nemátodos), se puede suministrar un pienso medicado para tales casos.

A veces los concentrados producen desajustes orgánicos en los gazapos. No todas las dietas que se ofrecen en concentrados comerciales para conejos son enteramente confiables, por lo que debe de tener las cantidades de nutrientes necesarios para su desarrollo (cuadro 8), ya que este animal es muy sensible a los desequilibrios, que los concentrados pueden presentar en su calidad o en su composición. El conejo solo admite una variación del 2% en la composición de su dieta; las demás especies son menos exigentes al aceptar hasta el 10% (Gianinetti, 1989)

CUADRO 8: Especificaciones nutricionales del concentrado comercial

Humedad (Máx.)	13%
Proteínas (Min)	17%
Grasa (Min)	1%
Fibra	5 – 12 %
Calcio	1 – 2 %
Fosfato total	0.5 – 1 %
Ceniza (Min)	5 %
Sal	0.40 – 0.70 %

Fuente: La Sultana S.A de C.V, 2010

El alimento balanceado es un producto perecedero al que no conviene estacionar por más de 25 o 30 días. Se le debe estibar en depósitos seguros, alejado del alcance de los animales domésticos de la granja. Estos lugares tienen que ser frescos y secos. Para

evitar contaminación, el producto compactado por la humedad, favorece la proliferación de hongos, que segregan una sustancia (aflatoxina) fatal, para la salud de los conejos (Gianinetti, 1989).

2.6.5 Requerimientos nutricionales para conejos de engorde

Hasta la segunda semana de vida, el conejo se alimenta únicamente de la leche materna, que suele tomar una vez al día. A partir de esa edad, el animal comienza a ingerir alimentos sólidos en base a los requerimientos nutricionales (cuadro 9) y a beber agua en función del estado, del confort y de la leche materna. A las tres semanas de vida aun lactando, conviene que ingiera alimento complementario. Si bien a la cuarta semana la leche materna suele escasear, es interesante mantener a los gazapos con sus madres para garantizar la viabilidad hasta cumplida las cinco semanas de edad. No se destetara gazapos antes de los 30 días de vida (Mena, 1999).

CUADRO 9: Requerimientos nutricionales de conejos en fase de engorde.

Nutriente	%
Proteína bruta	16
Proteína digestible	11.5
Celulosa bruta	12
FDA	18
Calcio	0.40
Fósforo	0.30
Potasio	0.60
Sodio	0.30
Cloro	0.30
Magnesio	0.25
Energía digestible (Kcal/kg)	2.5
Energía metabolizable (kcal/kg)	2.4

Fuente: Beorlegui, 1989

2.6.6 Manejo de la alimentación.

El conejo adulto come diariamente una cantidad de ración concentrada que es más o menos igual al 3% de su peso. Su hábito alimentario consiste en alternar breves ingestas, con cortas pausas en forma casi continúa, en los casos, que el suministro de alimento es irrestricto (*ad-libitum*) durante las horas nocturnas, que es cuando le dedican más tiempo a esta práctica. Los gazapos, desde que nacen hasta su venta, deben tener a su alcance todo el alimento que requieran, porque se trata de hacerles ganar peso en el menor tiempo posible. Hay autores que con este régimen “*ad-libitum*” aconsejan el ayuno de un día por semana porque aparentemente favorece la asimilación del compuesto. El conejo, en términos generales, bebe casi el doble de lo que consume en sólidos. Mucho tiene que ver la temperatura permanente de la zona y el tipo de alimentación impartida (Mena, 1999).

2.6.7 Alimentación durante la lactación:

Durante este período, la coneja es muy sensible a cualquier cambio en su sistema alimenticio, lo que es preciso evitar. El criador debe vigilar la limpieza de los alimentos y de los comederos, principalmente en el momento en que los gazapos comienzan a ingerir alimentos, ya que si lo ensucian o muelen es rechazado por todos (Beorlegui, 1989).

Hay que insistir sobre la importancia que el agua tiene, en relación con su calidad, temperatura, que debe ser similar a la del local, así como de la necesidad de disponer de ella en todo momento, principalmente durante esta etapa. Debe vigilarse el acceso a los bebederos de los gazapos aproximadamente a partir de los 18 días de edad (Mena, 1999).

2.6.8 Conversión alimenticia.

La cantidad de alimento necesario para producir un kilo de conejo vivo, determina el índice de consumo o conversión. Los componentes del consumo de alimento son los reproductores machos y hembras y sus crías. De tal forma que, hablamos de conversión efectiva, al involucrar a todos los participantes en el gasto de la ingesta, que concluye en la obtención de la unidad medida del producto en pie (Roca, *et al* 1980).

2.6.8.1 Características zootécnicas que condicionan el consumo de alimento y determinan la conversión alimenticia.

a) La relación macho-hembra:

En la etapa de engorde de los conejos esta relación no se ve tan afectada pues, a esta edad no hay diferencia en cuanto al desarrollo fisiológico ni hormonal (Roca, *et al* 1980).

b) El índice de mortalidad.

Los gazapos que mueren durante el desarrollo en cualquiera de las etapas, han consumido una cantidad de alimento que debe ser incluido entre los que sobreviven para que carguen con los gastos. Esto muestra que la conversión efectiva es tan móvil como lo son sus variables. Hay que tener en cuenta, que la incidencia de la tasa de mortalidad en el índice de consumo como variable, esta asociada al periodo en que se producen las bajas, ya que los gazapos que mueren en las etapas avanzadas del desarrollo, han consumido más alimento que los que se mueren en las primeras etapas (Roca, *et al* 1980).

c) Las pérdidas por desperdicios de alimento.

El desperdicio de alimento que en mayor o menor medida siempre se produce, es otra de las variables de la conversión efectiva, no obstante, se reconoce que para producir un kilo de conejo en pie, se necesitan entre 4 y 4.6 kilos de alimento balanceado, con una expectativa que puede variar estos índices a menos de 4 kilos (Roca, *et al* 1980).

2.6.8.2 Índice de transformación de los gazapos de 30 a 90 días.

El gazapo de los 30 a los 90 días incrementa su peso a razón de 35 a 40 gr/día en una explotación racional eficiente, y de 25 a 30 gr/día cuando las condiciones no son las adecuadas (manejo, sanidad, genética. etc.). Este periodo se caracteriza, porque mientras el incremento diario de peso describe una curva parabólica, la del consumo diario de alimento es de trazo ascendente (Roca. *et al* 1980).

2.6.9 Manejo de los gazapos:

Al nacimiento, los gazapos son incapaces de asegurarse por sí mismos la temperatura necesaria para el buen funcionamiento de sus organismos. Durante los primeros días de nacidos, la temperatura en el nidal debe oscilar entre los 30 y 35 °C, cuyo mantenimiento contribuye al buen estado del nidal, a la vez que éste cumple su papel de protección. Por

lo tanto el nidal es un accesorio indispensable. La cama debe estar siempre limpia, y si es necesario se renovará; el nidal se retirará hacia el día 20 - 21, un poco antes del destete. El nido ha de vigilarse todos los días, retirando los animales muertos y comprobando la vitalidad del resto. El abandono de la camada durante la lactación, puede ser imputable a la madre (falta de leche, shocks, mal de patas, etc.), pero también puede ser motivado por la falta de agua y en muchos casos por los cambios bruscos de temperatura. La mortalidad desde el nacimiento hasta el destete ofrece una mayor importancia en la explotación cunícola. Un índice de mortalidad del 12 al 18% durante este período, puede ser considerado normal, si este porcentaje corresponde a un periodo largo (un año por ejemplo). Los gazapos más pequeños de una camada, son más débiles y menos resistentes y por lo tanto menos viables. Las camadas más numerosas presentan igualmente una mortalidad más importante, de ahí la necesidad de la adopción a partir de los 12 gazapos por camada, a las madres con menor número de ellos. El índice más bajo de mortalidad se observa en las camadas de 7 a 10 gazapos (Mena, 1999).

2.6.10 Controles de producción.

En los controles de producción se llevarán dos tipos de fichas: Fichas para reproductoras y fichas para gazapos de engorde.

2.6.10.1 Fichas para reproductoras

Estas deben ser más precisas, ya que facilita al cunicultor realizar la selección de las hembras, con la siguiente información:

- a) Fecha de cubrición.
- b) Macho con el que se ha cubierto.
- c) Fecha probable de parto.
- d) Número de nacidos y nacidos vivos.
- e) Fecha de destete y número de gazapos destetados.
- f) Peso por camada (Roca. *et al* 1980).

2.6.10.2 Fichas para gazapos de engorde

Los registros son colectivos por jaula, interesa conocer el día de la entrada, el número y peso total de los animales; así como el día de salida y su número y peso total. Se debe

anotar también la mortalidad en términos de porcentaje (Roca. *et al* 1980).

2.6.11 Destete de los gazapos

El destete es el período en el que los gazapos dejan definitivamente la alimentación basada exclusivamente en la leche materna, para ir tomando alimentos sólidos, secos, groseros o concentrados. En el caso de los conejos, esta separación es “drástica”, ya que todos los gazapos se retiran al mismo tiempo de la madre, se hace normalmente, entre 28 a 30 días de edad del gazapo. Se puede retirar a la hembra dejando los gazapos, lo cual los estresa menos. Al destete se pesan los gazapos (500 - 600 gr. cada uno) y se anota en la ficha de cada hembra. Los gazapos se distribuyen generalmente por camadas, utilizando jaulas para su transporte hasta el local de engorde, donde se alojan en grupos de 6 a 8 por jaula, cuya superficie aproximada es de medio metro. Se eliminarán, los gazapos poco desarrollados y débiles (Mena, 1999).

2.6.12 Engorde

Es el período que transcurre desde el destete al faenado, los animales son situados en un local, denominado “engorde o ceba”. La mortalidad durante este período no debe superar del 2 al 3%, por desgracia este índice es más elevado, llegando a alcanzar el 7 % o hasta el 15%. La prevención sanitaria y severas medidas higiénicas, son indispensables en el local de engorde, por el peligro de mortalidad cuando la densidad animal es elevada. La venta se puede realizar, en vivo o después de faenados, realizándose el sacrificio entre los 70 y 90 días, con una desviación de más o menos 17 días. El objetivo del engorde es tener un conejo pronto para faenar con un peso de 2.5 Kg. a los 80 - 90 días de vida (aproximadamente 3 meses). Durante el período de engorde conviene realizar una pesada semanal de los conejos. Las causas por las cuales no se alcanza el peso deseado son variadas, entre ellas: excesiva cantidad de conejos por jaula, falta de ración o mala calidad de la misma, falta de agua. (Roca, *et al* 1980).

2.6.13 Faenado

Es conveniente que los conejos a sacrificar tengan un ayuno previo de 12 horas, manteniendo su consumo de agua. Se insensibiliza al conejo para inmovilizarlo al momento del sacrificio, procediendo al sangrado, desollado, eviscerado, lavado y refrigeración de la canal. El rendimiento esperado de un conejo oscila entre el 55 al 60 % en relación al peso vivo (Roca, *et al* 1980). La canal del conejo incluye generalmente todo el cuerpo, eliminando vísceras no comestibles y su contenido, piel, partes distales

de las extremidades y la sangre (cuadro 10). Se debe de considerar el efecto que tiene el rendimiento de la canal sobre las condiciones previas al sacrificio; tales como el ayuno, el transporte, etc. (cuadro 11), el tipo de canal también varía con el tipo de dieta que reciba el animal. Así al aumentar el consumo de fibra se incrementa el peso del aparato digestivo y su contenido, disminuyendo el rendimiento en canal; pero las dietas con bajo contenido en fibra implica una menor velocidad de tránsito y un mayor tiempo de permanencia del alimento en el aparato digestivo; por lo que el ciego aumenta su tamaño y el rendimiento a la canal disminuye (Beorlegui, 1989).

CUADRO 10. Efecto del tipo de presentación de las canales sobre el rendimiento al sacrificio del conejo.

	Peso (g)	Peso (%)	Tipo De Canal	Rendimiento (% Peso Vivo)
Peso Vivo	2,465	100	Animal desangrado	94.9
Sangre	125	5	Sin piel , sin vísceras	84.7
Piel	251	10.18	Sin piel , eviscerado	62.5
Vísceras abdominales	259	22.27	Ídem, sin partes distales	59.2
Partes distales	80	3.74	Ídem, sin cabeza ni partes distales	53.7
Cabeza	136	5.52	Hígado	49.9
Hígado	95	3.87		

Fuente: Beorlegui. 1989

CUADRO 11. Influencia de las condiciones previas al sacrificio sobre el rendimiento de la canal en conejos.

Condiciones previas al sacrificio	Sin ayunas Sin transporte	Sin ayunas 3 horas de transporte	En ayunas de 18 horas y sacrificados <i>in situ</i>	En ayunas de 18 horas, transportados y sacrificados
Peso vivo la víspera a 18 horas (g)	2.44 +/- 51	2.442 +/- 48	2.448 +/- 57	2.445 +/- 55
Variación de peso entre 18 horas y el sacrificio (g)	8 +/-5	-35 +/- 6	-100 +/- 6	-146 +/- 8
Canal caliente (%) peso víspera 18 horas	62.3 +/- 0,3	61,8 +/- 0,3	60,8 +/- 0,3	59, 2 +/- 0,3

Fuente: Beorlegui. 1989.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo se realizó en la granja cunícola “Daunça”, propiedad del Sr. Juan Andrés Gámez Alas localizada en el cantón Istagua, municipio de Suchitoto departamento de Cuzcatlán, (figura A-5) con coordenadas geográficas: latitud Norte $13^{\circ} 50'701''$ y longitud Oeste $89^{\circ} 0.19'09''$, situada a una altitud de 380 msnm.

3.2 Instalaciones y equipo

3.2.1 Para conejos en fase de engorde

3.2.1.1 Galera

Se utilizó una galera con techo de lámina galvanizada de dos aguas simétricas, con laterales abiertos orientada de Este a Oeste. (figura A-6), una altura máxima de 2.80 mts y una mínima de 1.70 mts, un ancho de 4.84mts y 9.48 mts de largo. La galera tiene un muro pretil de ladrillo de obra de 0.26 mt. de altura, piso de tierra con una pendiente del 1% y paredes de malla galvanizada con orificios de 0.05 mts. de diámetro.

3.2.1.2 Jaulas

Los conejos se manejaron en jaulas tipo Quonset de tres compartimientos, construidas con malla galvanizada cuadrada de 1.87 cm x 1.87 cm de diámetro, las que tienen dimensiones de: 1.80 mts de largo, 0.80 mts de ancho y 0.40 mts de alto. Estas poseen 3 compartimientos de: 0.60 mts de ancho, 0.80 mts de largo, y 0.40 mts. de alto (figura A-7) estas medidas permiten limpiar y desinfectar todos los rincones y tener accesibilidad de todos los animales. Cada compartimiento alojó 2 conejos que forman una unidad experimental, se distribuyeron al azar; además, contenían un bebedero con capacidad de 400 ml y dos comederos con capacidad de 454 gramos, uno metálico para ofrecer el concentrado y una cazuela de arcilla para ofrecer el F.V.H., (figura A-8).

3.2.1.2.1 Limpieza y desinfección de las jaulas

Para la desinfección de las jaulas se procedió a lavarlas con abundante agua y detergente, rasparlas con espátulas y cepillos, luego se flamearon y se aplicó una solución de formalina al 10% (utilizando 8 lt de solución para las 4 jaulas), con bomba de mochila para poder alcanzar todos los espacios de las jaulas, luego fueron cubiertas con una mezcla de agua con cal a razón de 0.5 kg por 4 lt de agua. (figura A-9) Posteriormente se secaron al aire libre exponiéndose a los rayos solares para desinfectarlas de forma natural, teniendo un período de vacío de una semana antes de montar el ensayo en un lugar limpio y seco.

3.2.2 Para el forraje verde hidropónico

3.2.2.1 Descripción de la Variedad de Maíz

La semilla de maíz utilizada fue de la variedad H5, utilizada por las personas de la zona. Lo que garantiza la fácil adquisición de la semilla para el proceso de producción del germinado pudiendo producirlo ellos mismos o comprarlo a precio cómodo en la zona sin encarecer su presupuesto.

3.2.2.2 Cuarto de germinación

Para la producción del F.V.H. se acondicionó un espacio dentro de la galera cunícola para construir el cuarto de germinación con las dimensiones siguientes: 2.50 mts de largo, 1.10mts de ancho y 1.86 mts de alto; cubierto con malla de mosquitero y malla zarán negra de 1 mm de diámetro a su alrededor, evitando el ingreso de insectos que pudieran alterar el proceso de germinación, por daño a la semilla de maíz o del tapete radicular en el periodo avanzado de la etapa del germinado.

3.2.2.3 Bandejas plásticas y estante de germinación

Las bandejas plásticas usadas para el germinado median 42.30 x 27.70 x 3 cms. se colocaron en un estante de madera con dimensiones de: 1.50 mts de alto, 0.45 mts de ancho, y 2.30 mts de largo, con 4 niveles y una separación de 0.30 mts. entre cada nivel (figura A-10), para favorecer así el crecimiento de la masa forrajera del F.V.H. y la circulación del aire. Se dispuso un ángulo de inclinación de 5° para evitar la acumulación

de agua en las bandejas, para facilitar el drenaje del excedente de agua se hacían pequeñas perforaciones en el piso de la bandeja.

3.2.3. Descripción de las Unidades Experimentales

Los conejos utilizados en el estudio fueron conejos neozelandés blanco de 28 días de edad los cuales tenían pesos similares al inicio del estudio; con un peso promedio de 0.49 ± 0.005 Kg, (cuadro A-11) y es esta característica de homogeneidad la que hizo al Diseño Completamente al Azar el más idóneo a utilizar.

3.3 Metodología de campo

3.3.1 Formulación de las dietas mixtas

Para la formulación de las dietas experimentales en estudio, se realizó un análisis bromatológico al F.V.H. en el Laboratorio de Química Agrícola de La Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador (cuadro 12 y cuadro A-2), con el propósito de balancear las dietas en base seca, de acuerdo a los requerimientos nutricionales del conejo en fase de engorde (Pt: 16%; ED: 2700 Kcal. /Kg.). Previo al inicio de las fases pre-experimental y fase experimental.

Cuadro 12. Análisis bromatológico del F.V.H.

Mx	%HP	%HT	%Pc	%Cz	%EE	%Fc	%Ca	%P	%CHO _s
51	78.83	5.27	11.88	2.17	2.21	7.24	0.77	0.73	76.5

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola, Fac.CC.AA, Universidad de El Salvador, 2009.

Las dietas se formularon utilizando una programación lineal en Excel (cuadro 13), donde se introdujeron los datos de los requerimientos nutricionales (proteína y energía), las dietas se formularon en base a MS a los conejos en fase de engorde como un parámetro para establecer la cantidades suministraron en las dietas mixtas a ofrecer durante el ensayo.

Cuadro 13. Concentrado - F.V.H. ofrecido por tratamiento por día por periodo.

Total del periodo 57 días	30-40 días	periodo 10 días	41-50 días	periodo 9 días	51-70 días	periodo 19 días	71 a 90 días	periodo 19 días
	MS	as feed	MS	as feed	MS	as feed	MS	as feed
OFRECIDO	49,37	56,75	74,06	85,13	98,75	113,5	123,44	141,88
MEZCLA 1								
Conc. 100 %	49,37	56,75	74,06	85,13	98,75	113,5	123,44	141,88
FVH 0 %	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	49,37	56,75	74,06	85,13	98,75	113,5	123,44	141,88
MEZCLA 2								
Conc. 75 %	37,03	42,56	55,55	63,85	74,06	85,13	92,58	106,41
FVH 25 %	12,34	41,13	18,52	61,73	24,69	82,3	30,86	102,87
TOTAL	49,37	84,05	74,07	125,58	98,75	167,43	123,44	209,28
MEZCLA 3								
Conc. 50 %	24,69	28,38	37,03	42,56	49,38	56,76	61,72	70,94
FVH 50 %	24,69	82,30	37,03	123,43	49,38	164,60	61,72	205,73
TOTAL	49,37	110,68	74,06	165,99	98,75	221,36	123,44	276,67
MEZCLA 4								
Conc. 25 %	12,34	14,18	18,52	21,29	24,69	28,38	30,86	35,47
FVH 75 %	37,03	123,43	55,55	185,17	74,06	246,87	92,58	308,6
TOTAL	49,37	137,61	74,07	206,46	98,75	275,25	123,44	344,07

Ejemplo de formulación en uno de los periodos:

DE 30 A 40 DIAS

$$56.75 \times 87 \text{ MS} [\] / 100 = 49.37\text{gr. MS}$$

$$49.37 \times 75/100 = 37.03 / 0.87 \text{ MS} = 42.56\text{gr. as feed (como ofrecido)}$$

$$49.37 \text{ MS} \times 25 / 100 = 12,34 / 0.3 = 41.13 \text{ gr. as feed (como ofrecido)}$$

Las formulaciones para las dietas mixtas ofrecidas por periodos se presentan en los cuadros de anexos A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7.

3.3.2 Duración del experimento:

La investigación comprendió dos fases: fase pre-experimental y fase experimental, comprendida del trece de febrero 2010 al veintisiete de abril del 2010, transcurriendo entre ambas un periodo de 70 días, ambas fases se detallan a continuación:

3.3.2.1 Fase pre- experimental

Antes de comenzar la fase pre-experimental se procedió a la selección de las semillas a utilizar en el proceso de pregerminado para asegurar su calidad y viabilidad mediante un estudio agronómico el cual comprende: prueba de flotación y germinación rápida. En la siembra se utilizaron bandejas plásticas de 42.30 x 27.70 x 3 cm , garantizando la salud de la semilla al evitar el maltrato del tapete radicular así como el manejo y manipulación del germinado al ser pesado y proporcionado en las raciones de las dietas mixtas.

Esta fase tuvo una duración de 14 días, donde se seleccionaron 40 gazapos de la raza neozelandés blanco con una edad de 28 días que fueron trasladados desde el municipio de Turín, Departamento de Ahuachapán hasta el lugar del ensayo en Istahua, municipio de Suchitoto del Departamento de Cuzcatlán; a los que se les ofrecieron soluciones electrolíticas a su llegada para disminuir el estrés del transporte. El día posterior al traslado los conejos, fueron pesados por la mañana, alimentando únicamente con concentrado comercial y al segundo día se inició el período de adaptación, ofreciéndoles pequeñas cantidades de F.V.H. a conejos que ya contaban con 30 días de edad. El alimento se ofreció en forma gradual hasta alcanzar los niveles propuestos en las formulaciones de las dietas mixtas planteadas en el estudio. Aun cuando en la literatura se plantea que los gazapos tengan a disposición el F.V.H. cuando comiencen a consumir otro alimento distinto a la leche materna (mayor de 18 días de vida), que garantiza la adaptación a la nueva dieta al llegar a la edad de 30 días que marca el destete. A pesar de esto todas las unidades experimentales del estudio no tuvieron ningún inconveniente en aceptar el F.V.H. ofrecido (Beorlegui, 1989).

3.3.2.2 Fase experimental

Para llevar un mejor control en cuanto a los pesos de los gazapos que ingresaron al ensayo se tomó el peso individual el siguiente día de su llegada, y el peso al final de los 14 días de fase de adaptación que corresponde al peso de inicio de la fase experimental. Esta fase tuvo una duración de 56 días, que comprendió el periodo de engorde propiamente dicho, hasta finalizar el ensayo con el sacrificio a los 100 días de vida.

Previamente se pesaron las unidades experimentales distribuyéndolas de manera azarizada en las jaulas correspondientes a cada tratamiento y repetición, brindando la cantidad de dietas mixtas correspondientes al consumo y edad de los conejos. Por la mañana se les ofreció el concentrado comercial, y por la tarde se ofrecía el F.V.H. en forma desmenuzado, previamente deshidratado al sol para reducir problemas de timpanismo e incrementar la disponibilidad de materia seca. Se pesaba según la dieta diaria a ofrecer por cada tratamiento, y luego se colocaba en los comederos respectivos donde era consumido en horas nocturnas que es cuando los conejos consumen la mayor cantidad de alimento de acuerdo a sus hábitos naturales; de esta manera al ofrecer los dos tipos de alimentación se cubrían los requerimientos nutricionales, al día siguiente se retiraba el rechazo, se procedía a pesarlo, registrando estos datos durante todo el ensayo para fines de cálculo del consumo y conversión alimenticia.

3.3.3 Técnica de hidroponía utilizada en la investigación

3.3.3.1 Materiales:

Semilla de maíz blanco, Hipoclorito de sodio al 1 %, Agua potable, Bandejas plásticas, Bolsas de polipropileno negro, Atomizadores, Cubeta plástica de 4 lts, Estante de germinación.

3.3.3.2 Procedimiento de siembra durante el ensayo

Día 1. Remojo.

- a) Se limpió el grano separando basura y granos quebrados. Se lavó la semilla con agua a temperatura ambiente, cambiándola varias veces hasta dejar el agua transparente.
- b) Luego se procedió a desinfectarla, agregando 10 cc de lejía/litro de agua por cada kilogramo de semilla, durante 3 minutos, lavándola posteriormente con agua a temperatura ambiente por 3 veces hasta retirar completamente la lejía.
- c) Las semillas se colocaron en una cubeta plástica con capacidad de 4 litros para sumergirlas por 24 horas en agua limpia (1litro de agua por kilo de semilla) con la finalidad que la semilla se saturara de agua.

Día 2. Reposo

- d) Transcurridas las 24 horas de estar en remojo, se eliminó toda el agua, sometiendo la semilla a dos horas de oreo al aire libre.

Día 3 – 4. Siembra

- e) Luego se procedió a "sembrar" las bandejas plásticas con una densidad de un 0.5 kg de semilla por bandeja a efecto que se inicie el proceso de germinación, dejándolo por 48 horas tapado con bolsas plásticas de polipropileno negro. La Germinación obtenida fué en promedio de 95% de los granos.

Día 5. Desarrollo de la raíz

- f) En este período solamente se le efectuaron pequeños rocíos de agua las 4 veces al día, utilizando un atomizador manual para lograr mantener la humedad del grano y estimular su germinación y mayor desarrollo.

Día 6 – 8 Las primeras hojas.

- g) En el ensayo no se utilizaron soluciones nutritivas, debido a que el análisis del F.V.H. reportado por el Laboratorio de Química Agrícola de la Fac.CC.AA...A.A., (cuadro A-7) cuantificaba aproximadamente un 12 % de PC (11.88%), el cual se consideró adecuado para ser utilizado en la formulación de las dietas a manera de no encarecer la producción del F.V.H. con la utilización de soluciones nutritivas, aunque en los ensayos previos desarrollados en otros países se reporta que son estas soluciones las que le proporcionan el enriquecimiento del nitrógeno al F.V.H. Por otro lado ya se tienen experiencias positivas en El Salvador utilizando F.V.H. sin estas soluciones nutritivas con buenos resultados tal como lo manifiesta el Ing. Agr. Franklin Adalberto Rivera propietario de la granja "LAPA".

Día 9 – 11 crecimiento.

- h) A partir de este día se redujeron los riegos a 3 veces al día solamente con agua.

Días 12 – 15 crecimiento.

- i) Estos últimos 4 días, se continuó el riego sólo con agua, hasta el día 15 que se realizaba la cosecha obteniéndose una conversión en peso de semilla a F.V.H. de 1: 3.5. Los riegos por la tarde del día anterior a la cosecha de las bandejas, se suspendían con el propósito de favorecer la deshidratación del germinado.

Para garantizar la disponibilidad de masa forrajera durante el ensayo se programo la realización de las siembras de manera calendarizada, con un día de intervalo entre una y otra, estando el forraje optimo al inicio de la suplementación del F.V.H. y programando la ultima fecha de siembra de manera que se cosechara dos días antes de la fecha de faenado (figura A-11 y cuadro A-8). Durante todo el ensayo se tomaron pesos de las

bandejas producidas con la finalidad de registrar la relación de forraje producido con la de semilla sembrada (cuadro A-9).

3.3.3.3 Manejo de cultivo hidropónico:

La semilla fue regada utilizando agua potable reposada por un periodo de 24 horas para asegurar la eliminación del exceso de cloro. Los riegos se realizaban con atomizadores manuales con capacidad de 0.5 lts. antes de ser ofrecida la biomasa forrajera se efectuó la deshidratación por un término de 2 a 3 horas con el fin de eliminar el exceso de humedad en el tapete radicular y el follaje, luego se pesaba según la dieta de cada tratamiento desmenuzándolo y colocándolo en sus respectivos comederos.

3.3.4 Manejo de la alimentación

Las dietas mixtas fueron ofrecidas luego de ser pesadas las raciones por tratamiento y repetición en comederos separados, los cuales se fijaron al piso de la jaula con el uso de alambre galvanizado N° 30, para evitar el desperdicio del alimento; además se colocaron mallas plásticas debajo del piso de las jaulas; para facilitar la recolección del alimento rechazado para su pesaje, el cual se realizaba con una balanza semianalítica con precisión en gramos. El registro del consumo y rechazo se realizó diariamente hasta el final del ensayo. El agua de bebida se suministro diariamente en bebederos de cazuela de arcilla.

3.3.5 Proceso de faenado

Transcurridos los 56 días de la fase de engorde se procedió al sacrificio de todas las unidades experimentales eliminando el suministro de alimento el último día y suministrando únicamente agua por esas 24 horas y suspendiendo por completo el suministro 4 horas antes del sacrificio. El faenado se realizó en un área aledaña a la galera de la granja, donde se encuentra instalada una viga dispuesta a una altura de 1.90mt, con el propósito de colgar de las dos patas traseras a los conejos, y realizar el proceso del sacrificio de los animales. Todos los residuos fueron pesados de manera individual de acuerdo a la identificación de cada animal cuantificando, vísceras, despojos (piel, cabeza, patas, rabo), con la finalidad de obtener información exacta en el cálculo de los rendimientos (figura A-12).

El proceso del faenado se describe a continuación:

1. Toma de peso vivo: Previo al sacrificio se realizó la toma de peso vivo de cada una de las unidades experimentales, utilizando una balanza de reloj.
2. Insensibilización del animal: mediante golpe de la articulación occipito - atloidea.
3. Colgado de patas traseras para facilitar el manejo aéreo del animal para un proceso más higiénico.
4. Decapitado: corte total de la cabeza para facilitar el sangrado.
5. Sangrado: eliminación de la sangre por gravedad evitando acumulación en las zonas bajas.
6. Desollado: eliminación de la piel mediante cortes circulares en las patas y un corte transversal interno desde una a otra pata trasera.
7. Eviscerado: eliminación de las vísceras dejando únicamente hígado, riñones y corazón.
8. Lavado de la canal: eliminación de residuos de sangre y pelos usando abundante agua.
9. Toma de peso de la canal caliente: inmediatamente después del sacrificio y lavado se pesó la canal en una balanza reloj.

3.4 Metodología estadística.

3.4.1 Factor de estudio

Evaluación de Tres niveles de F.V.H.

3.4.2 Diseño estadístico.

El diseño estadístico utilizado en la investigación, fue el diseño completamente al azar, analizando 4 tratamientos, con 5 repeticiones, donde 2 conejos formaron una unidad experimental (40 conejos en total). Se utilizó este diseño debido a que todas las unidades experimentales en estudio fueron consideradas homogéneas tanto en su peso, edad y raza. Si hubiera un efecto significativo con el análisis de varianza, se aplicaría la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S) con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$, para determinar el mejor tratamiento. Los registros de los datos por variable fueron analizados con el programa Statistical Analysis System (SAS) (1999-2000, Software Release 8.1).

3.4.3 Descripción de los tratamientos en estudio.

Los tratamientos fueron 4 los cuales se distribuyeron de acuerdo a la naturaleza del diseño completamente al azar.

T_0 = Testigo (100% concentrado comercial).

T_1 = 75% de concentrado comercial y un 25% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.

T_2 = 50% de concentrado comercial y un 50% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.

T_3 = 25% de concentrado comercial y un 75% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.

3.4.4 Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tilde{\mu}_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Cualquier observación del tratamiento.

μ = Media Experimental

$\tilde{\mu}_i$ = Efecto de cualquiera de los tratamiento ("i")

ϵ_{ij} = Error Experimental de la celda (i,j)

$i = 1, 2, 3 \dots, a$ = numero de tratamientos.

$j = 1, 2, 3 \dots, r$ = numero de repeticiones de cada tratamiento.

3.4.5 Distribución estadística

El Análisis de Varianza (ANVA) es un dispositivo matemático por medio del cual se puede separar de la variación total observada, las diferentes causas o factores de variación que influyen en cualquier experimento y que afectan en distinto grado el efecto de los tratamientos. El ANVA (cuadro 13) se usa para la interpretación de resultados de experimentos agrícolas, biológicos, y otros campos, por ser preciso, flexible y de fácil interpretación.

CUADRO 14. Distribución estadística del experimento (ANVA)

Fuente De Variación	Grados De Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrados Medios	Frecuencia Calculada
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Tratamiento(t)	a - 1 4-1=3	$1/n \sum Y_i - Y...^2/na$	S.C. tx/a-1	C.M. tx/C.M.E.
Error Experimental	a (r - 1) 4(5-1)=16	S.C. total-S.C. tx	S.C. EE/a(n-1)	
TOTAL	$\sum \sum (4-1) +$ 4(5-1)=19 3+16=19	$\sum \sum y^2_{ij} - y^2_{..}/ra$		

3.4.6 Variables a evaluar

Las variables en estudio se describen a continuación:

- Consumo de alimento (semanal):** Se determinó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido diariamente y el alimento rechazado por cada unidad experimental, acumulándose el registro de manera semanal en cada tratamiento.
- Ganancia de peso promedio (semanal):** Se determinó a través de la diferencia entre el peso vivo promedio y el último tomado la semana anterior. Para la obtención de estos datos se aplicara la fórmula siguiente:
Ganancia de peso = Peso \bar{X} semana actual – Peso \bar{X} semana anterior
- Conversión alimenticia (semanal):** Se evaluó cada semana y al final del ensayo, con el único fin de buscar el equilibrio los pesos vivos semanales en cada tratamiento en base al consumo de alimento. Para la obtención de estos datos se aplicaron la fórmula siguiente:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso semanal}}$$

- Rendimiento en canal caliente:** Se evaluó al final del experimento sacrificando el total de animales, y calculando un valor porcentual por unidad experimental mediante la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento en canal} = \frac{\text{Peso de la canal}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

Al final se cálculo un valor porcentual promedio por cada tratamiento.

3.5 Metodología económica

Con el objetivo de determinar el mejor tratamiento, desde el punto de vista económico, se aplicarán las técnicas económicas de presupuesto parcial, análisis de dominancia, y tasa de retorno marginal por medio de los cuales se determinará el o los tratamientos que produzcan una mejor rentabilidad y así poder recomendar.

3.5.1 Presupuesto Parcial

Este método tiene como objetivo obtener los costos y beneficios de los tratamientos en estudio. Dentro del presupuesto parcial se toma en cuenta solo los costos que varían, entendiéndose por éstos, aquellos costos que están relacionados con los insumos comprados y la mano de obra utilizada (raciones en estudio); por lo que se dice que son todos aquellos costos relacionados con las variables experimentales (CIMMYT 1988).

3.5.2 Análisis de Dominancia

Este método consiste en ordenar los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían; luego se procederá a determinar que tratamiento es dominado y esto sucede cuando los beneficios netos son menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT 1988).

3.5.3 Tasa de Retorno Marginal

Es la relación que existe entre el beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) con el costo marginal (aumento de los costos que varían), expresado en porcentaje (CIMMYT 1988)

4. DISCUSION DE RESULTADOS

4.1.1 Consumo de alimento semanal en Materia Seca

El comportamiento de los tratamientos con dietas mixtas de F.V.H. no presentaron diferencias estadísticas (cuadro A-12 y A-13) al ser comparadas sus medias con el tratamiento T_0 , teniendo un comportamiento similar cada tratamiento en estudio.

La aceptación y consumo de dietas mixtas conteniendo F.V.H. aún en niveles altos de sustitución (75%), fueron toleradas satisfactoriamente por los animales sometidos al experimento.

Como puede observarse en la Figura 1 el consumo de alimento semanal entre tratamientos difieren levemente en su comportamiento, observando en el tratamiento T_3 un consumo superior al resto de tratamientos.

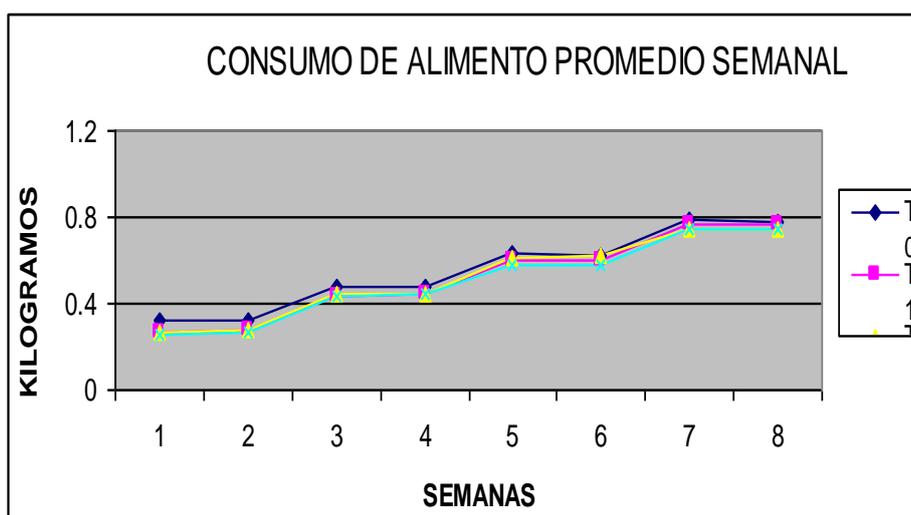


Figura 1: Comportamiento de los tratamientos con respecto al consumo de alimento promedio semanal (Kg.).

El consumo de alimento dependiendo de la edad durante toda la etapa de engorde va desde 56gr. hasta los 141 gr. diarios (Beorlegui, 1989). La velocidad de crecimiento y el aumento de peso diario influyen extraordinariamente en los índices de de consumo y transformación del pienso en carne: a mayor crecimiento menor gasto de alimento para producción de unidad de carne. Así la cantidad de pienso invertido se incrementa a medida se incrementa la edad de los gazapos (Roca, *et al* 1980).

4.1.2 Ganancia de peso semanal

Con respecto a las ganancias de peso semanal (cuadro A-13), el análisis de varianza refleja que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos, considerando entonces que ninguna de las dietas mixtas ofrecidas a base de concentrado comercial y porcentajes de sustitución de F.V.H. produjo diferencias en las unidades experimentales (cuadro A-14).

La ganancia de peso (figura 2) mantuvo una tendencia de crecimiento proporcional a la edad de los conejos durante el desarrollo del ensayo siendo tan mínima la variación entre un tratamiento y otro al someterlos a la comparación de las medias.

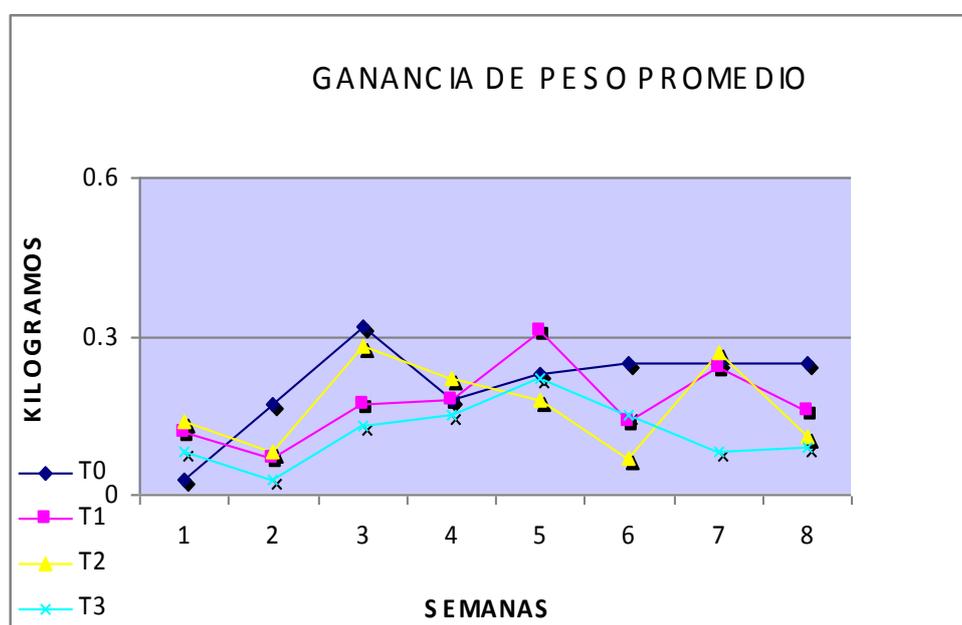


Figura 2: Comportamiento de los tratamientos con respecto a la ganancia de peso promedio semanal (kg).

Lo anterior confirma que el uso de F.V.H. representa una alternativa factible al no tener disponibilidad de alimento concentrado comercial.

4.1.3 Conversión alimenticia semanal

La variable conversión alimenticia depende de manera directa de los resultados de las variables ganancia de peso y consumo de alimento, tal como se refleja en los cuadros A-15 y A-16, no presento diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

Tal como se muestra en el cuadro 15, las tendencias de los tratamientos describen un comportamiento diferente, sobresaliendo el T₃, con valores de conversión alimenticia

elevados, lo cual es razonable suponer que con un alto contenido de F.V.H. en la dieta, se necesito consumir importantes cantidades para lograr ganancias de peso satisfactorias, para un desarrollo normal del animal. Con el tratamiento T₀ puede observarse una tendencia normal en los valores relativamente bajos de conversión, lo que demuestra el alto grado de asimilación que tiene el alimento concentrado para convertir en carne como lo afirma Beorlegui (1989) ; por otro lado en el cuadro A-8 puede determinarse numéricamente que en la medida que el animal evoluciona en su crecimiento, los valores de conversión alimenticia tienden a desmejorar, lo cual muestra un comportamiento natural en esta etapa fisiológica del conejo Roca et al (1980).

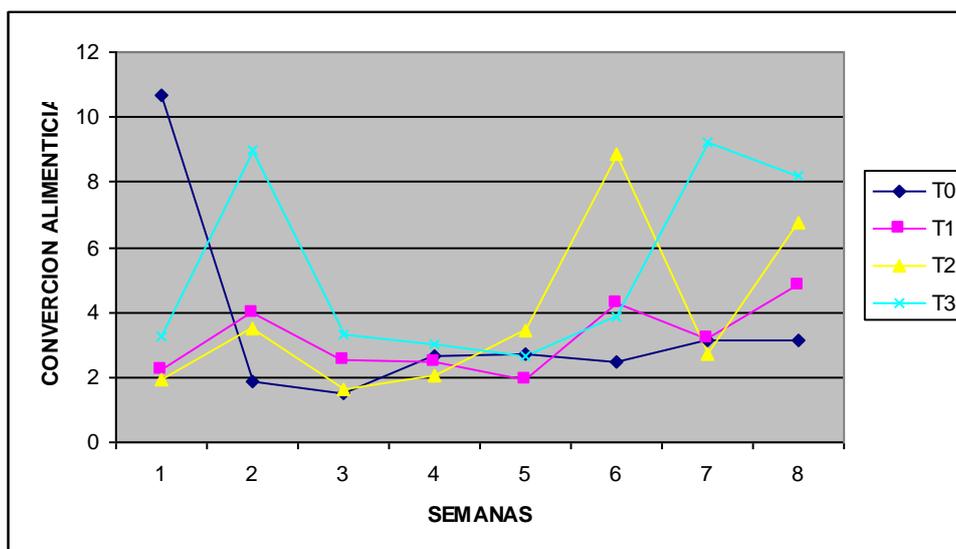


Figura 3: Comportamiento de los tratamientos con respecto a la conversión alimenticia.

Cuadro 15: Comportamiento de la conversión alimenticia promedio semanal.

TRATAMIENTO	CONVERSION PROMEDIO SEMANAL
T ₀	3.53
T ₁	3.19
T ₂	3.86
T ₃	5.32

Con alimentaciones ricas en forrajes el ciego que es la porción mas grande del aparato digestivo provoca un crecimiento debido a la actividad de a la fermentación y la motricidad de la fracción indigestible de la fibra en la alimentación (Beorlegui, 1989).

4.1.4 Rendimiento en canal

En cuanto al rendimiento en canal (cuadro A-17), tomada al final del ensayo, el análisis de varianza desarrollado indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, que utilizaron dietas mixtas ofrecidas a base de concentrado comercial y porcentajes de sustitución de F.V.H. al ser comparados con el tratamiento T₀ (cuadro A-18).

Matemáticamente puede observarse en la Figura 4 que el tratamiento T₃ presenta los mejores rendimientos en canal del experimento, tomando en cuenta que los pesos vivos con que finalizaron estos animales fueron relativamente inferiores al resto de tratamientos, en relación con las mermas por piel, sangre, cabeza y vísceras no comestibles, que manifiestan pérdidas comparativamente menores en el peso final de la canal de todos los tratamientos con dietas mixtas con F.V.H. la calidad de las carnes obtenidas de estas canales fueron más magras y las capas de carne son más ricas en músculo.

Con la alimentación de forrajes se produce un mayor desarrollo del ciego durante el proceso de degradación del a fibra que este contiene por la actividad digestiva en la degradación del forraje verde.

$$\% R = \frac{\text{Peso en canal}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$



Figura 4: Comportamiento de las medias de los tratamientos con respecto al rendimiento en canal (%).

La velocidad de crecimiento influye notablemente sobre la composición corporal, siendo más abundante la grasa perianal cuando se da un crecimiento rápido 2.3 % del peso en canal y cuando se da un crecimiento lento 0.8% del peso en canal, produciendo los

crecimientos lentos mas masa muscular y mejor proporción carne/hueso (Roca *et al*, 1980).

4.2 Análisis Económico

4.2.1 Presupuesto Parcial

CUADRO 16: Presupuesto Parcial

Es un método utilizado para organizar los datos experimentales, con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

En este caso se trata de que el cunicultor cambie su práctica de alimentar los conejos en

	T ₀	T ₁		T ₂		T ₃	
	Conc. 100%	Conc. 75%	F.V.H. 25%	Conc. 50 %	F.V.H. 50%	Conc. 25%	F.V.H. 75%
Alimento total consumido (Kg)	5.07	3.61	3.36	2.33	7.25	0.97	10.62
Precio (\$) por (kg) conc. , y precio (\$) (kg) F.V.H. utilizado	0.44	0.44	0.08	0.44	0.08	0.44	0.08
		1.59	0.27	1.03	0.58	0.43	0.85
Costo Total por tratamiento (\$)	2.23	1.86		1.61		1.28	
Peso promedio de la canal (Kg)	1,09	1.00		1.00		0,98	
Costo Total mano de obra (\$)	3.0	3.0		3.0		3.0	
Costo por Kg en canal (\$)	2.05	1.86		1.61		1.31	
Precio por Kg en canal \$ 6.06	6,61	6,06		6,06		5,94	
Beneficio Neto (\$)	1.56	1.20		1.45		1.63	

el período de engorde utilizando concentrado comercial y sustituirlo por un alimento mixto (concentrado comercial más un porcentaje de F.V.H). En el siguiente cuadro aparece el presupuesto parcial para este ensayo sobre la sustitución parcial del concentrado comercial por tres niveles de F.V.H. de maíz blanco.

La primera línea del presupuesto presenta el alimento promedio consumido por los diferentes tratamientos en estudio de concentrado comercial y los niveles de F.V.H.

La segunda línea es el precio del kilogramo de concentrado comercial y el kilogramo de F.V.H.

La tercera línea presenta los costos totales por cada uno de los tratamientos.

La cuarta línea presenta los pesos promedios obtenidos en canal luego de ser sacrificados los conejos al finalizar el ensayo.

La quinta línea presenta los costos diarios de mano de obra.

La sexta línea presenta el costo por kilogramo en canal de cada uno de los tratamientos, el cual se obtiene de dividir el costo total por tratamiento entre el peso promedio en canal.

La séptima línea presenta el precio por kilogramo en canal al ser comercializado, se obtiene multiplicando el precio a nivel de granja (**\$ 6.06**) por el peso promedio de la canal (cuarta línea).

La siguiente línea presenta el beneficio bruto obtenido de los tratamientos en estudio, que se obtiene de restarle al precio por kilogramo en canal todos los costos que se incurrieron para obtenerlo.

El término " Presupuesto Parcial ", indica que este no incluye todos los costos de producción, solo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados. En este caso, los costos que varían son aquellos que se relacionan con la alimentación, el total de los costos que varían para cada tratamiento representa la suma de los costos que varían individuales.

Los beneficios netos no son lo mismo que las utilidades, porque el presupuesto parcial no incluye los otros costos de producción que no tiene que ver con esta decisión en particular.

Así, el presupuesto parcial es una manera de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en campo.

4.2.2. Análisis Marginal

En la alimentación de los conejos alimentados con dietas mixtas (concentrado comercial substituido por diferentes niveles de F.V.H.), los beneficios netos obtenidos con el tratamiento tres (25% concentrado + 75 % F.V.H.) son mayores que los logrados con el tratamiento testigo (100% concentrado comercial). De acuerdo a esto el cunicultor podría optar por usar este tipo de alimentación; sin embargo, esta opción no resulta tan clara,

pues el cunicultor deberá tomar en cuenta también el conocer más acerca del manejo del cultivo hidropónico o contratar un técnico para ello.

Aunque al calcular los beneficios netos se incluyan los costos que varían, es necesario comparar los costos adicionales(o marginales) con los beneficios netos adicionales(o marginales). Es posible que los beneficios netos no sean tan atractivos si para obtenerlos se incurre en mayores cambios.

4.2.3. Análisis de Dominancia

En el cuadro siguiente se enumeran el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada uno de los tratamientos del ensayo sobre la substitución parcial del concentrado comercial por F.V.H. Los tratamientos se han ordenado en una escala ascendente de los totales de los costos que varían. Los beneficios por el contrario van en disminución. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores a los de un tratamiento de costos que varían más bajos, en este caso el tratamiento uno es el dominado por el resto de tratamientos; siendo el tratamiento tres el que obtiene menores costos y mayores beneficios netos.

CUADRO 17: Análisis de Dominancia.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	CTV	BN
T ₃	25% de concentrado comercial y un 75% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.	\$1.28	\$1.63
T ₂	50% de concentrado comercial y un 50% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.	\$1.61	\$1.45 D
T ₁	75% de concentrado comercial y un 25% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.	\$1.86	\$1.20 D
T ₀	100% concentrado comercial	\$2.23	\$1.56 D

Donde:

D: significa la dominancia sobre este tratamiento.

4.2.3 Tasa de Retorno Marginal

En este caso la T.R.M. se determina dividiendo los beneficios netos de cada uno de los tratamientos entre su costo marginal expresada en porcentaje.

Cuando en el análisis de dominancia se confirma la dominancia de un tratamiento sobre todos los demás en estudio no es necesario realizar el cálculo de la T.R.M. pues de hacerse estas darían valores negativos siendo innecesario calcularlas para el presente estudio.

Caso contrario sería en otros ensayos en los cuales un tratamiento en estudio domina a uno o dos tratamientos y permite realizar la T.R.M. a los tratamientos que no son dominados. la cual nos refleja cuanto retorna por dólar invertido El análisis de la T.R.M. es un complemento del análisis económico siendo el paso final para evaluar el reembolso por dólar invertido en cada tratamiento y con la cual se enriquece mas el análisis económico.

5. CONCLUSIONES

- En cuanto al consumo de alimento de las dietas mixtas con respecto al concentrado comercial, aun en niveles altos de complementación con F.V.H. (75%), las dietas formuladas fueron aceptadas y se comportaron similares entre si estadísticamente, lo que demuestra que aun en cantidades grandes de forraje proporcionado este es consumido sin problema en etapa de engorde siendo una alternativa llamativa a la sustitución de alimento tradicional.
- Las distintas dietas mixtas experimentales disminuyen los problemas de rechazo al ir incrementando gradualmente la cantidad sustituida al transcurrir la etapa de engorde.
- Al evaluar la ganancia de peso de los conejos sometidos al experimento consumiendo F.V.H. en forma de dieta mixta se comportaron estadísticamente de manera similar que el T₀ con alimentación exclusiva de concentrado comercial, por lo que en este caso resultaría indiferente para el productor el uso de una u otra técnica de alimentación, resultando el uso de F.V.H. una alternativa viable al no tener disponible el concentrado comercial.
- Al evaluar las conversión alimenticia no hubo diferencia significativamente, pero al comparar las medias el T₁ tiene la mejor conversión y el T₃ tiene la peor conversión siendo necesario grandes cantidades de germinado para tener la misma ganancia de peso q con concentrado comercial, sin que esto deje de ser rentable económicamente para los cunicultores al evaluar los costos de alimentación.
- En cuanto a la variable rendimiento en canal aun cuando el T₃ tiene menores pesos en canal, al comparar los tratamientos en estudio todas las dietas mixtas proporcionaron carnes mas magras haciéndolas más llamativas al mercado.
- Según el análisis económico realizado, se concluyo que el mayor beneficio neto obtenido en el T₃ de \$ 1.63; superando a los otros tratamientos en estudio T₀ \$ 1.56, T₁ \$ 1.20 y T₂ \$ 1.45. Esto fue debido al bajo costo de alimentación que representa el F.V.H. sin afectar índices productivos,

6. RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar investigando sobre la incorporación de cultivos hidropónicos como alternativa para generar alimentos de calidad competitiva e higiénica; enfocando la producción de alimentos saludables para el consumo humano.
- ❖ Utilizar el forraje verde hidropónico en la formulación de dietas mixtas ya que constituye una importante alternativa en la alimentación de conejos en la fase de engorde porque la proteína de maíz germinado enriquece su valor desde un 8% hasta un 12%, siendo no solo palatable sino altamente nutritivo.
- ❖ Utilizar el T₃ en la alimentación de los conejos ya que éste resulta superior en los rendimientos en canal que los otros tratamientos en estudio, sin embargo podrían elevarse los pesos vivos si el periodo de engorde se prolongara de 10 a 15 días más para obtener pesos favorables al mercado, manteniendo un mejor rendimiento económico.
- ❖ Realizar estudios con otros granos puros o combinados utilizando la técnica de hidroponía para obtener posibles alternativas alimenticias, ricas en proteína, de fácil adquisición y bajo costo para el cunicultor, utilizando para la siembra semilla sana y de un origen conocido.
- ❖ Considerar reducir las densidades de siembra con el propósito de disminuir los costos de producción del F.V.H.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Altusar, F.H. 1991. Cultivo en invernadero. 3ª edición. Mundi-prensa. (en línea) México, consultado el día 8 de enero de 2009. Disponible en www.cicy.mx/Documentos/CICY/.../Memorias_2007.pdf
2. Arano, C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. (en línea) Buenos Aires, Argentina, consultado el 19 de febrero de 2009. Disponible en www.forraiehidroponico.com/art002.htm
3. Argores, A. 2003 Horticultura, fruticultura, fertirrigación y cultivos Hidropónicos, (en línea) México consultado el día 10 de enero de 2009. Disponible en: <http://www.agrored.com.mx/agrocultura/63-forraje.ttml>
4. Bautista, S.H.; Nava, Z. J. 2002. Producción de forraje verde hidropónico de trigo *Triticum aestivum*. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma de Guerrero (UAG).P. 75- 92
5. Beorlegui de Blas, C. 1989. Alimentación del conejo, 2ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. P. 39, 68-70, 85,96
6. Carrasco, G; Izquierdo, J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: La Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante ("NFT"). FAO- Univ. de Talca. (en línea) Santiago, Chile, consultado el día 13 de febrero de 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/w7452s/w7452s06.htm>
7. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias 2001. Composición bromatológica y estructural del pasto suministrado en las diferentes partes del forraje de maíz hidropónico, (en línea) consultado el día 19 de marzo de 2009. Disponible en www.ceniap.gov.ve/.../n8/arti/.../gonzalez_lc.htm
8. CIMMYT 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF., México CIMMYT. P. 9-20.
9. Chang, M; Hoyos, M; Rodríguez, A., 2000. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú. P. 65-88
10. Flores, J.M.; F. ; Bonilla, B., 2008. Manual de laboratorio de análisis bromatológicos. El Salvador, San Salvador.
11. Gastelum, M. A, 2000, "Conversión alimenticia y comportamiento de conejos alimentados con germinados de maíz." Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo. MÉXICO. P. 45-62

12. Gianinetti, R. 1989. Cómo criar los Conejos. Editorial De Vecchi, Barcelona, España. P.42-60.
13. Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. I. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. (en línea) Chile, consultado el día 25 de abril de 2009. Disponible en www.alpa.org.ve/PDF/.../r_pasturasyforrajes.pdf -
14. Izquierdo, J. 2002. El forraje verde hidropónico (F.V.H) como tecnología apta para pequeños productores Publicado por la FAO, (en línea) consultado el día 25 de febrero de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/.htm>
15. Lleonart, F.R; Valls, R; Costa, P; Campo, J.L; Castelló, J.A; Pontes, M. 1980. Tratado de cunicultura. Principios básicos, mejora y selección, alimentación. Barcelona. España. Tecnograf, S.A. 413p.
16. Lomelí Zúñiga, 2000, Agrocultura México, (en línea) consultado el día 23 de marzo de 2009. Disponible en <http://ftp.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/ah472s02.pdf>
17. López, O.J.A. 1996. Recomendaciones en la elaboración de alimentos balanceados para su utilización en explotaciones intensivas de conejos para carne. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Chapingo (UACH) México (en línea), consultado el día 6 de abril de 2009. Disponible en www.engormix.com/alimentacion_conejos/articulos_445_CUN.htm
18. Mena, J.S. 1999. Evaluación de diferentes estrategias alimenticias en conejos post-destete utilizando Soya forrajera Henificada. Tesis de licenciatura. Colegio superior de agricultura del estado de Guerrero. (en línea) México consultada el día 28 de febrero de 2009. Disponible en www.alpa.org.ve/PDF/.../r_nutricionalimentacionanimal.pdf -
19. Morales, A.M.A.; Juárez, A.M.; Ávila, G.E.; Fuente, M.B. 2002. Empleo de forraje verde hidropónico de cebada en conejos Nueva Zelanda en engorda. Memorias de la XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, México.
20. Nava Noriega, J, R; Nava Zavaleta, J; Córdoba Izquierdo, A; 2005. Alimento balanceado-forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos. Revista electrónica de veterinaria REDVET ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 11 Veterinaria.org ® (en línea) España, consultado el día 27 de enero de 2009. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

21. NRC, 1979. Necesidades nutritivas de conejo, Hemisferio sur. (en línea) Buenos aires, Argentina, consultado el día 12 de abril de 2009. Disponible en www.bibliotecas.unc.edu.ar/.../Libreo-Agro?...NECESIDADES+NUTRITIVAS
22. Nuila de Mejia, J.A.; Mejia Mejia, M.A., 1990 Manual de diseños de experimentales. El Salvador, San Salvador. P. 95-104.
23. Resh, Howard M. 2001 Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de Producción. Departamento de Ciencia de las Plantas. Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, Editorial Mundi Prensa. P. 55-60, 75.
24. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº Noviembre/2005. (en línea) Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/html>
25. Roca, Toni, J.A. Castello, J. Campos. 1980. Tratado de Cunicultura, 1º Edición, Tomo II, Tecnograf. S.A. Barcelona España. P. 35, 37,40-42.
26. SAS Institute Inc. 1999-2000 by Cary, NC, USA Proprietary Software Release 8.1 Licensed to North Carolina State University-Campuswide-T/R, Site 0027585003.

8. ANEXOS



a) Tapete radicular



b) Pesaje de masa forrajera

FIGURA A-1. Masa forrajera del F.V.H. de maíz.

a) Producción de F.V.H



b) Producción en condiciones controladas

FIGURA A- 2. Invernadero en condiciones ambientales controladas**FIGURA A-3. Soluciones nutritivas comerciales a y b**

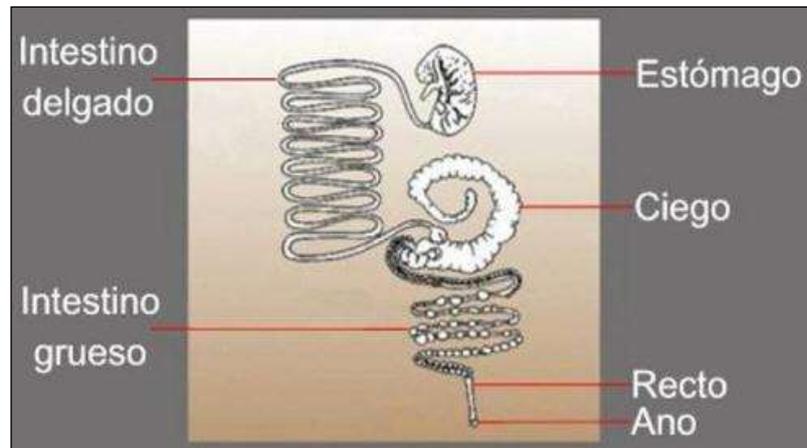


FIGURA A -4: Anatomía del aparato digestivo del conejo

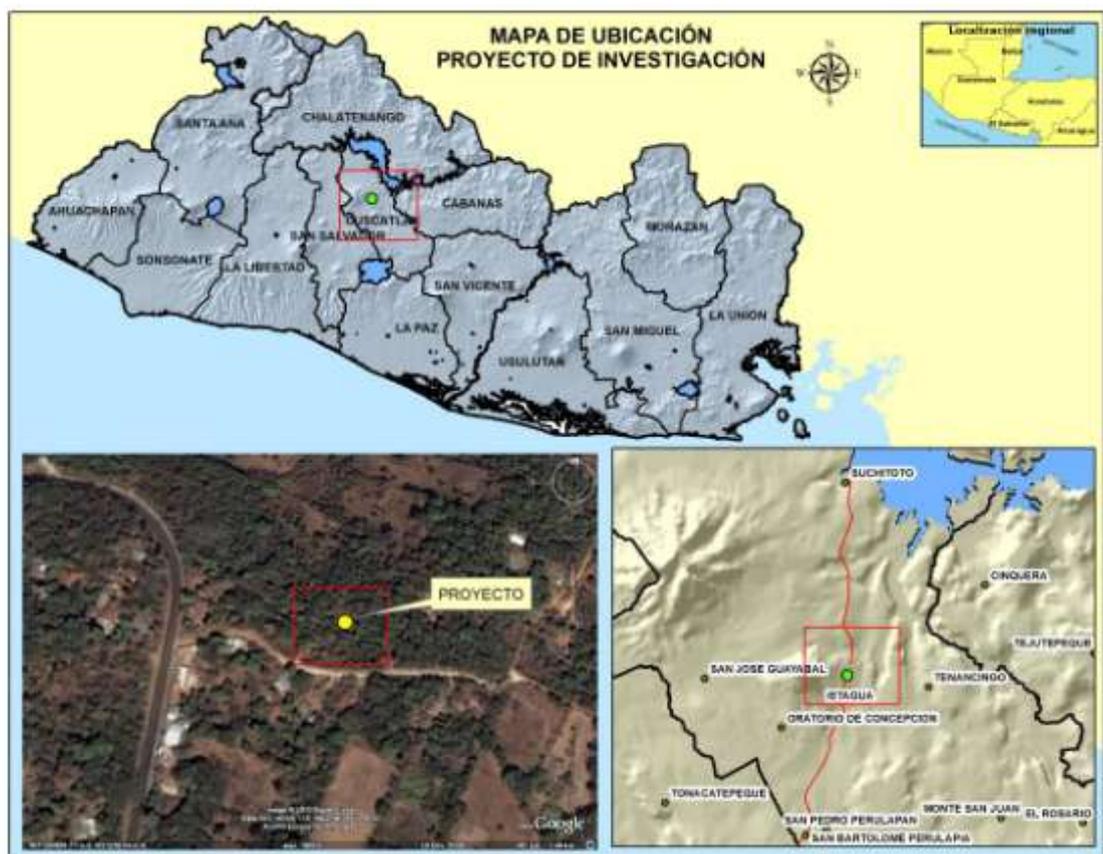


FIGURA A-5. Mapa de ubicación del proyecto de investigación y del cantón de Istagua departamento de Cuscatlán.



FIGURA A -6. Galera a utilizar para el desarrollo del experimento



FIGURA A -7. Jaulas utilizadas en el experimento



FIGURA A -8. Comederos y bebederos utilizados en el experimento



FIGURA A -9. Limpieza y desinfección de las jaulas



FIGURA A -10. Estante de germinación



FIGURA A -11. Procedimiento de siembra durante el ensayo

A) Selección de semilla, B) Remojo de la semilla, C) Distribución de semilla en bandejas, D) Siembra y cubierta de semilla en bandeja, E) Riego de bandejas, F) Germinado de semilla 5 días, G) Germinado de semilla 10 días, H) Germinado de semilla 15 días, I) Masa radicular del germinado para cosecha.





FIGURA A -12. Proceso de faenado

A) Pesaje de los tratamientos antes de sacrificio, B) Trípode de sacrificio, C) Aturdimiento de los conejos, D) Colgado de los conejos, E) Degolle de los conejos, F) Decapitado de los conejos, G) Desuello de los conejos, H) Desuello 1, I) Desuello 2, J) Desuello 3, K) Desuello 4, L) Desuello 5, M) Eviscerado de los conejos, N) Retiro de despojos, Ñ) Pesaje de canal sin vísceras, O) Pesaje de vísceras comestibles, P) Pesaje de despojos, Q) Pesaje vísceras no comestibles, R) Pesaje intestino, S) Pesaje de ciegos.

CUADRO A-1: Cálculo de composición nutritiva de las mezclas para alimentación de conejos as feed (tal como ofrecido)

COMPOSICION	MS(Gr.)	PC %	ED kcal. ED/kg.	Ca %	P %
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS	100	19,54	3448,27	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800,00	0,77	0,73
FVH (as Feed)		3,56	840,00	0,23	0,22
MEZCLA 1					
Conc. 100 %		17,00	3000,00	1,50	0,75
FVH 0 %					

		17,00	3000,00	1,50	0,75
MEZCLA 2					
Conc 75 %		12,75	2250,00	1,13	0,56
FVH 25 %		0,89	210,00	0,06	0,05
		13,64	2460,00	1,19	0,61
MEZCLA 3					
Conc 50 %		8,50	1500,00	0,75	0,38
FVH 50 %		1,78	420,00	0,12	0,11
		10,28	1920,00	0,87	0,49
MEZCLA 4					
Conc 25 %		4,25	750,00	0,38	0,19
FVH 75 %		2,67	630,00	0,17	0,16
		6,92	1380,00	0,55	0,35

$$17 / 87 \times 100 = 19,54 \text{ PC}$$

$$11,88 \times 30 / 100 = 3,56$$

$$17 \times 75 / 100 = 12,75$$

$$3,56 \times 25 / 100 = 0,89$$

CUADRO A-2: Cálculo de composición nutritiva de las mezclas para alimentación de conejos MATERIA SECA

COMPOSICION	MS(Gr.)	PC %	ED kcal. ED/kg.	Ca %	P %
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS	100	19,54	3448,28	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800	0,77	0,73
FVH (as FEED)		3,564	840	0,23	0,22
MEZCLA 1					
Conc 100 %		19,54	3448,28	1,72	0,86
FVH 0 %					

		19,54	3448,28	1,72	0,86
MEZCLA 2					
Conc 75 %		14,66	2586,21	1,29	0,65
FVH 25 %		2,97	700	0,19	0,18
		17,63	3286,21	1,48	0,83
MEZCLA 3					
Conc 50 %		9,77	1724,14	0,86	0,43
FVH 50 %		5,94	1400	0,39	0,37
		15,71	3124,14	1,25	0,80
MEZCLA 4					
Conc 25 %		4,89	862,07	0,43	0,22
FVH 75 %		8,91	2100	0,58	0,55
		13,80	2962,07	1,01	0,77

$$19,54 \times 75 / 100 = 14,66$$

$$11,88 \times 25 / 100 = 2,97$$

CUADRO A-3: Periodo de 30-40 días

NUTRIENTES OFRECIDOS/DIA					
	MS gr.	PC %	ED Kcal. ED/Kg.	Ca %	P %
30-40 días					
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS		19,54	3448,28	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800	0,77	0,73
FVH (as FEED)		3,564	840	0,23	0,22
	MS gr.	PC gr.	ED Kcal.	Ca gr.	P gr.
MEZCLA 1					
Conc 100 %	49,37	9,65	1702,42	0,85	0,42
FVH 0 %	0	0	0	0	0

TOTAL	49,37	9.65	1702.42	0,85	0,42
MEZCLA 2					
Conc 75 %	37,03	7.24	1276.90	0,64	0,32
FVH 25 %	12,34	1,47	345.52	0,10	0,09
TOTAL	49,37	8,71	1622.45	0,74	0,41
MEZCLA 3					
Conc 50 %	24,69	4,82	851.38	0,42	0,21
FVH 50 %	24,68	2,93	691.04	0,19	0,18
TOTAL	49,37	7,75	1542.42	0,61	0,39
MEZCLA 4					
Conc 25 %	12,34	2,41	425.52	0,21	0,11
FVH 75 %	37,03	4,40	1036.84	0,29	0,27
TOTAL	49,37	6,81	1462.36	0,50	0,38

$$49.37 \times 19.54 / 100 = 9.65 \text{ PC}$$

$$49.37 \times 75 / 100 = 37.03 \text{ MS} \times 0.1954 = 7.24 \text{ PC DEL []}$$

$$49.37 \times 25 / 100 = 12.34 \times 0.1188 = 1.47 \text{ PC DEL FVH}$$

$$56.75 \times 87 / 100 = 49.37$$

CUADRO A-4: Periodo de 41 - 50 días

NUTRIENTES OFRECIDOS/DIA					
	MS gr.	PC %	ED Kcal. ED/Kg.	Ca %	P %
41-50 días					
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS		19.54	3448.28	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800	0,77	0,73
FVH (as FEED)		3,564	840	0,23	0,22
	MS gr.	PC gr.	ED Kcal.	Ca gr.	P gr.
MEZCLA 1					

Conc 100%	74,06	14.47	2553.80	1,27	0,64
FVH 0 %	0		0	0	0
TOTAL	74,06	14.47	2553.80	1,27	0,64
MEZCLA 2					
Conc 75 %	55.55	10,85	1915.52	0,96	0,48
FVH 25 %	18,51	2,20	518.56	0,14	0,14
TOTAL	74,06	13.05	2434.08	1,10	0,62
MEZCLA 3					
Conc 50 %	37,03	7.24	126.90	0,64	0,32
FVH 50 %	37,03	4,40	1036.84	0,29	0,27
TOTAL	74,06	11,64	1163.74	0,93	0,59
MEZCLA 4					
Conc 25 %	18,51	3,62	638.62	0,32	0,16
FVH 75 %	55,55	6,60	1555.40	0,43	0,41
TOTAL	74,06	10,22	2194.02	0,75	0,57

$$74.06 \times 19.54 / 100 = 14.47$$

$$74.06 \times 75/100 = 55.55 \times 0.1954 = 10.85$$

$$74.06 \times 25 / 100 = 18.52 \times 0.1188 = 2.20$$

$$85.13 \times 87/100 = 74.06$$

CUADRO A-5: Periodo de 51 - 70 días

NUTRIENTES OFRECIDOS/DIA					
	MS gr.	PC %	ED Kcal. ED/Kg.	Ca %	P %
51-70 días					
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS		19.54	3448.28	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800	0,77	0,73
FVH (as FEED)		3,564	840	0,23	0,22
	MS gr.	PC gr.	ED Kcal.	Ca gr.	P gr.

MEZCLA 1					
Conc.] 100 %	98.75	19.30	3405.18	1,70	0,85
FVH 0 %	0		0	0	0
TOTAL	98.75	19.30	3405.18	1,70	0,85
MEZCLA 2					
Conc. 75 %	74,06	14.47	2553.80	1,27	0,64
FVH 25 %	24,69	2,93	691.32	0,19	0,18
TOTAL	98.75	17.40	3245.12	1,46	0,82
MEZCLA 3					
Conc. 50 %	49,38	9,65	1702.76	0,85	0,43
FVH 50 %	49,37	5,87	1382.36	0,38	0,36
TOTAL	98.75	15,52	3085.12	1,23	0,79
MEZCLA 4					
Conc. 25 %	24,69	4,82	851.38	0,42	0,21
FVH 75 %	74,06	8,80	2073.68	0,57	0,54
TOTAL	98.75	13,62	2925.06	0,99	0,75

$$98.75 \times 19.54 / 100 = 19.30$$

$$98.75 \times 75/100 = 74.06 \times 0.1954 = 14.47$$

$$98.75 \times 25 / 100 = 24.69 \times 0.1188 = 2.93$$

$$113.5 \times 87/100 = 98.75$$

CUADRO A-6: Periodo de 71 - 90 días

NUTRIENTES OFRECIDOS/DIA					
	MS gr.	PC %	ED Kcal. ED/Kg.	Ca %	P %
71-90 días					
CONC as Feed	87	17	3000	1,5	0,75
CONC MS		19.54	3448.28	1,72	0,86
FVH (MS)	30	11,88	2800	0,77	0,73
FVH (as FEED)		3,564	840	0,23	0,22
	MS gr.	PC gr.	ED Kcal.	Ca gr.	P gr.

MEZCLA 1					
Conc 100 %	123.44	24.12	4256.56	2,12	1,06
FVH 0 %	0		0	0	0
TOTAL	123.44	24.12	4256.56	2,12	1,06
MEZCLA 2					
Conc 75 %	92.58	18.09	3192.42	1,60	0,80
FVH 25 %	30.86	3,67	864.08	0,24	0,23
TOTAL	123.44	21.76	4056.50	1,84	1,03
MEZCLA 3					
Conc 50 %	61.72	12.06	2128.28	1,06	0,53
FVH 50 %	61.72	7,33	1728.16	0,46	0,45
TOTAL	123.44	19.39	3856.44	1,52	0,98
MEZCLA 4					
Conc 25 %	30.86	6.03	1064.14	0,53	0,27
FVH 75 %	92.58	11.00	2592.24	0,71	0,68
TOTAL	123.44	17.03	3656.38	1,24	0,95

$$123.44 \times 19.54 / 100 = 24.12$$

$$123.44 \times 75/100 = 92.58 \times 19.54 = 18.09$$

$$123.44 \times 25 / 100 = 30.86 \times 0.1188 = 3.67$$

$$141.88 \times 87 / 100 = 123.44$$

CUADRO A-7: REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO DEL F.V.H.



Ingeniero

Carlos René Platero Montoya
Presente.

Estimado Ingeniero:

A continuación encontrará los resultados encontrados en la muestra de Maíz Híbrido en estado de crecimiento hidropónico:

Mx	% HP	% HT	% Pc	% Cz	% EE	% Fe	% Ca	%P	% CHO,
51	78.83	5.27	11.88	2.17	2.21	7.24	0.77	0.73	76.5

Analista: **Ing. Agr. Juan Milton Flores Tensos**

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Licda. Ada Yanira Arias de Linares
Jefa del Departamento de Química Agrícola



CUADRO A-8 FLUJO DE SIEMBRA DE SEMILLA DE MAIZ

ACTIVIDAD	DIAS							
	1	2	3-4	5	6-8	9-11	12-15	
Remojo.								
Reposo								
Siembra								
Desarrollo de la raíz								

Desarrollo de las primeras hojas.							
Crecimiento							
Cosecha							

CUADRO A-9 CONVERSION DE GRANO DE MAIZ A F.V.H. (Kg. /mt²)

Fecha Siembra	Fecha Muestreo	Cantidad De Semilla Sembrada	Cantidad F.V.H Obtenido				Relación
			1	2	3	PROM	
16/02/2010	02/03/2010	1	3.00	3.80	3.40	3.40	1:3.4
18/02/2010	04/03/2010	1	3.15	3.30	3.60	3.35	1:3.35
20/02/2010	06/03/2010	1	3.50	3.70	3.60	3.60	1:3.60
16/03/2010	30/03/2010	1	3.40	3.55	3.50	3.48	1:3.48
18/03/2010	01/04/2010	1	3.20	3.50	3.70	3.47	1:3.47
20/03/2010	03/04/2010	1	3.70	3.60	3.70	3.67	1:3.67
06/04/2010	20/04/2010	1	3.10	3.40	3.60	3.37	1:3.37
08/04/2010	22/04/2010	1	3.30	3.45	3.50	3.42	1:3.42
10/04/2010	24/04/2010	1	3.70	3.60	3.40	3.57	1:3.57
PROMEDIO						3.48	1:3.5

CUADRO A-10: Cálculo de la cantidad de agua de riego.

Día 5 y 6:	0.50 litros de agua/mt ² (500 ml/mt ² x 0.12 mt ² área de bandeja= 60 ml /4 riegos = 15.00 ml / bandeja).
Día 7 y 8:	0.60 litros de agua/mt ² (600 ml/mt ² x 0.12 mt ² área de bandeja= 72 ml /3 riegos = 24.00 ml / bandeja).

Día 9:	0.70 litros de agua/mt ² (700 ml/mt ² x 0.12 mt ² área de bandeja= 84 ml /3 riegos = 28.00 ml / bandeja).
Día 10 y 11:	0.80 litros de agua/mt ² (800 ml/mt ² x 0.12 mt ² área de bandeja= 96 ml /3 riegos = 32.00 ml / bandeja).
Día 12:	0.90 litros de agua/mt ² (900 ml/mt ² x 0.12 mt ² área de bandeja= 108 ml /3 riegos = 36.00 ml / bandeja). Hasta la cosecha, el día 15.

CUADRO A-11: Pesos al inicio del estudio (Kg).

CUADRO A-12: Consumo de alimento promedio semanal en (Kg.)

Tratamiento	REPETICIONES					
	1	2	3	4	5	Promedio
T0	0.45	0.45	0.51	0.51	0.55	0.49
T1	0.45	0.44	0.48	0.51	0.53	0.48
T2	0.40	0.41	0.51	0.59	0.55	0.49
T3	0.44	0.40	0.55	0.53	0.51	0.49

Tratamiento	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	0.32	0.32	0.48	0.48	0.63	0.62	0.79	0.78

T1	0.27	0.28	0.43	0.45	0.60	0.60	0.77	0.77
T2	0.27	0.28	0.45	0.45	0.61	0.62	0.74	0.74
T3	0.26	0.27	0.43	0.45	0.58	0.58	0.74	0.74

CUADRO A-13: Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.

The GLM Procedure

Class Level Information

Class Levels Values

trat 4 1 2 3 4

Number of observations 32

The GLM Procedure

Dependent Variable: consalim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model		0.00917500	0.00305833	0.09	0.9673
Error	28	0.99862500	0.03566518		
Corrected Total	31	1.00780000			

R-Square Coeff Var Root MSE consalim Mean

0.009104 35.97186 0.188852 0.525000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	3	0.00917500	0.00305833	0.09	0.9673
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F

trat	3	0.00917500	0.00305833	0.09	0.9673
------	---	------------	------------	------	--------

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for consalim

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 28
 Error Mean Square 0.035665
 Critical Value of t 2.04841
 Least Significant Difference 0.1934

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	0.55250	8	1
A			
A	0.52125	8	2
A			
A	0.52000	8	3
A			
A	0.50625	8	4

CUADRO A-14: Ganancia de peso promedio semanal en (Kg.)

Tratamiento	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	-0,03	0,17	0,32	0,18	0,23	0,25	0,25	0,25

T1	0,12	0,07	0,17	0,18	0,31	0,14	0,24	0,16
T2	0,14	0,08	0,28	0,22	0,18	0,07	0,27	0,11
T3	0,08	0,03	0,13	0,15	0,22	0,15	0,08	0,09

CUADRO A-15: Análisis de varianza para la variable ganancia de peso promedio semanal

The GLM Procedure
Class Level Information
Class Levels Values
trat 4 1 2 3 4
Number of observations 32
The SAS System 14:03 Tuesday, August 10, 2004 2
The GLM Procedure
Dependent Variable: gp

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
Error	28	168.0000000	6.0000000		
Corrected Total	31	168.0000000			

R-Square Coeff Var Root MSE gp Mean
0.000000 54.43311 2.449490 4.500000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	3	0	0	0.00	1.0000
Source SS	DF	Type III	Mean Square	F Value	Pr > F

T0	10.00	1.88	1.50	2.67	2.74	2.48	3.16	3.12
T1	2.25	4.00	2.53	2.50	1.94	4.29	3.21	4.81
T2	1.93	3.50	1.61	2.50	3.44	8.86	2.74	6.73
T3	3.25	9.00	3.31	3.00	2.64	3.87	9.25	8.23

CUADRO A-17: Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.

The SAS System 10:09 Tuesday,
The GLM Procedure

Class Level Information

Class Levels Values

trat 4 1 2 3 4

Number of observations 32

The GLM Procedure

Dependent Variable: convalim

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	21.0718750	7.0239583	1.12	0.3581
Error	28	175.7512750	6.2768313		
Corrected Total	31	196.8231500			

R-Square Coeff Var Root MSE convalim Mean

0.107060 63.04776 2.505361 3.973750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	3	21.07187500	7.02395833	1.12	0.3581

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	3	21.07187500	7.02395833	1.12	0.3581

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for convalim

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 28
 Error Mean Square 6.276831
 Critical Value of t 2.04841
 Least Significant Difference 2.566

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	5.319	8	4
A			
A	3.858	8	3
A			
A	3.528	8	1
A			
A	3.191	8	2

CUADRO A-18: Rendimiento en canal caliente en (%)

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T0	51,75	50,67	57,52	50,31	46,54	51.36

T1	55,17	48,86	52,93	52,62	54,69	52.85
T2	59,30	56,23	53,76	47,98	54,67	54.39
T3	69,71	79,55	63,81	63,50	70,17	69.35

CUADRO A-18: Análisis de varianza para la variable rendimiento en canal caliente.

The GLM Procedure
Class Level Information
Class Levels Values
trat 4 1 2 3 4
Number of observations 20
The SAS System 09:08 Tuesday, August 10, 1999 2
The GLM Procedure
Dependent Variable: pccp

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.03977500	0.01325833	2.07	0.1451
Error	16	0.10268000	0.00641750		
Corrected Total	19	0.14245500			

R-Square Coeff Var Root MSE pccp Mean
0.279211 7.919852 0.080109 1.011500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	3	0.03977500	0.01325833	2.07	0.1451

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	3	0.03977500	0.01325833	2.07	0.1451

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for pccp

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 0.006417
 Critical Value of t 2.11991
 Least Significant Difference 0.1074

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	1.08800	5	1
A			
B A	0.99600	5	2
B A			
B A	0.98200	5	3
B			
B	0.98000	5	4